COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1844.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES DUPIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Observations sur le développement des Annélides, faites sur les côtes de la Sicile; par* M. Milne Edwards.

« En appelant l'attention des zoologistes sur les rapports intimes qui me paraissent exister entre le mode de développement des animaux et les affinités respectives de ces êtres, je ne me suis pas dissimulé la gravité de quelques-unes des objections que l'on pouvait faire contre ma manière de voir; mais, convaincu de la vérité des principes sur lesquels je m'appuyais, j'ai cru pouvoir, pour le moment, négliger ces difficultés, et ne prendre en considération que l'ensemble des faits les mieux établis dans la science, me promettant, toutefois, de saisir la première occasion pour soumettre à un nouvel examen chacun des cas particuliers qui semblaient faire exception aux règles générales ainsi établies.

» Une des discordances entre la théorie et l'observation dépendait de la forme transitoire qu'un zoologiste habile, M. Löven, de Stockholm, avait signalée chez un jeune Annélide.

» Effectivement, des considérations que j'ai développées ailleurs m'avaient conduit à penser que les affinités zoologiques sont proportionnelles à

la durée d'un certain parallélisme dans la marche des phénomènes génésiques chez les divers animaux; de sorte que les êtres en voie de formation cesseraient de se ressembler d'autant plus tôt qu'ils appartiennent à des groupes distincts d'un rang plus élevé dans le système de nos classifications naturelles, et que les caractères essentiels, dominateurs, de chacune de ces divisions résideraient, non pas dans quelques particularités de formes organiques permanentes chez les adultes, mais dans l'existence plus ou moins prolongée d'une constitution primitive commune, du moins en apparence.

» Si tel est réellement le principe qui règle les rapports des animaux entre eux, il faut que la ressemblance entre les espèces appartenant à un même embranchement soit toujours d'autant plus grande que l'embryon est plus jeune, et que du moment où les caractères d'un type primitif quelconque se sont prononcés, les métamorphoses organiques subies par le nouvel être ne puissent amener que des modifications secondaires sans rompre jamais les affinités précédemment établies; il faut que l'animal en voie de formation ne puisse revêtir successivement des formes propres à deux embranchements différents; que l'embryon d'un Vertébré, par exemple, ne soit jamais comparable à un Mollusque, ni les Mollusques affecter le mode d'organisation propre au type des Annelés.

» Dans l'immense majorité des cas constatés jusqu'ici, on ne peut, ce me semble, méconnaître l'existence de ce rapport entre l'ordre chronologique des phénomènes de développement et l'ordre hiérarchique des divisions naturelles du règne animal. Mais, d'après quelques observations de M. Löven, on pourrait croire que les Annélides font exception à cette règle, car la jeune larve que ce zoologiste a décrite comme appartenant probablement à la famille des Néréidiens, paraîtrait n'acquérir les caractères propres à l'embranchement auquel elle appartient, qu'après avoir eu la forme d'un Polype (1).

» Une anomalie semblable aurait beaucoup diminué la valeur des conclusions auxquelles j'étais arrivé; mais, avant de l'admettre, j'ai cru devoir étudier de nouveau les principales phases du développement de l'organisation chez les Annélides, sujet qui a été jusqu'ici à peine abordé, et qui, indépendamment de toute considération accessoire, me paraissait digne d'intérêt. Je m'en suis donc occupé dès mon arrivée en Sicile, et j'ai eu la

---

(1) *Voyez* la fig. 1, dans laquelle M. Löven représente le premier état de sa larve. (*Annales des Sciences naturelles*, 2e série, tome XVIII, Pl. IX.)

satisfaction de voir que, loin d'être en désaccord avec les idées que je viens de rappeler touchant la subordination des affinités naturelles des animaux à la durée du parallélisme dans la direction des phénomènes génésiques, l'embryologie des Annélides fournit de nouveaux arguments à l'appui de cette théorie.

» Mes premières observations ont été faites sur des Térébelles dont une grande espèce, qui ne me paraît pas différer de la *Terebella nebulosa* de Montagu, est assez commune sur la côte septentrionale de la Sicile, et se prête parfaitement bien à ce genre d'études; car ses œufs, d'un jaune ferrugineux, se développent au milieu d'une masse gélatineuse qui reste adhérente à l'entrée du tube, habitée par la mère. En examinant avec attention les rochers sous-marins où se cachent les Térébelles, j'ai pu, à raison de cette circonstance, me procurer un grand nombre de ces œufs sans avoir d'incertitude relativement à leur origine, et, en les plaçant dans un vase rempli d'eau de mer, il m'était facile de les conserver en vie et d'en suivre le développement. (Suit la description de ces œufs et de l'embryon qui s'y forme.)

» C'est dans un état d'imperfection extrême que les jeunes Térébelles se dépouillent de la tunique vitelline de l'œuf qui paraît être résorbée. En naissant, elles ne ressemblent en rien à l'adulte, et, à priori, il serait même impossible de deviner à quelle classe elles appartiennent; on voit seulement que ce sont des animaux annelés de la grande division des Vers.

» Effectivement, l'embryon, ramassé en boule dans l'intérieur de l'œuf, s'allonge alors, prend une forme ovoïde, et commence à se mouvoir à l'aide d'une multitude de cils vibratiles. Dans ce moment les jeunes Térébelles paraissent, au premier abord, avoir de l'analogie avec les larves de certains Zoophytes, celles des Polypes et des Méduses par exemple; mais cette ressemblance ne tient qu'à leur état de contraction, et bientôt on les voit s'allonger davantage, se rétrécir postérieurement, et faire saillir à l'extrémité opposée de leur corps un lobe arrondi dépourvu de cils, et portant en dessus, de chaque côté, un point oculiforme de couleur rouge. Elles deviennent dès lors binaires et symétriques par rapport à une ligne médiane droite; la face dorsale de leur corps se distingue de sa face ventrale, et l'on aperçoit dans leur intérieur un canal digestif longitudinal. Elles offrent par conséquent déjà une partie des caractères morphologiques propres à l'embranchement des Annelés, et elles sont comparables à certains Vers de la classe des Turbellariés.

» Du reste, ce premier état est de courte durée, et les changements qui ne

tardent pas à se manifester dans l'organisation de ces larves, rendent encore plus évidents les caractères propres aux types des Annelés.

» Dans le principe, toute la surface de la portion post-céphalique du corps paraît être couverte de cils vibratiles; mais bientôt on voit apparaître, à peu de distance de l'extrémité postérieure, une bande transversale qui n'est ciliée que sur la ligne médiane ventrale, et alors le corps de la jeune Térébelle, devenu de plus en plus vermiforme, se compose de quatre zones ou tronçons, savoir : une tête semi-circulaire et aplatie qui porte les yeux; un segment post-céphalique très-grand et entièrement couvert de cils vibratiles servant comme organes de locomotion; un anneau nu, qui, d'abord très-étroit, ne tarde pas à se développer; et enfin, à l'extrémité postérieure, un segment portant une couronne de cils vibratiles comme le premier anneau post-céphalique, mais beaucoup plus petit. Bientôt après on voit apparaître, entre l'anneau terminal et le pénultième segment, un petit bourrelet qui, en s'élargissant, constitue un cinquième anneau; le canal digestif devient beaucoup plus distinct; la collerette vibratile post-céphalique se rétrécit, et l'on aperçoit à la face inférieure de l'anneau qui la porte, une dépression correspondante à la bouche; enfin, le bord postérieur de l'anneau terminal s'échancre pour constituer l'anus. A cette époque du développement on ne distingue pas encore de muscles dans l'intérieur du corps de ces petites larves, mais elles sont extrêmement contractiles, et changent quelquefois de forme au point d'être presque méconnaissables. Tantôt on les voit se ramasser en boule, puis s'épâter de façon à ressembler à un disque dont les bords seraient ciliés; d'autres fois, au contraire, elles rétrécissent leur extrémité postérieure qui s'accroche au mucus ambiant, rentrent le lobe céphalique sous le bord de l'anneau suivant, et étalent celui-ci au point de devenir presque cyathiforme, et d'offrir quelque ressemblance avec certains Polypes; mais ces poses anormales ne sont que de peu de durée, et si j'en fais mention, c'est seulement parce qu'il me paraît probable que les formes signalées par M. Löven pourraient bien dépendre en partie de quelques phénomènes de ce genre.

» Nos petites Térébelles, après avoir subi ces premières modifications, grandissent assez rapidement. Leur corps, s'effilant de plus en plus, devient bientôt tout à fait vermiforme et acquiert peu à peu de nouveaux anneaux. Ceux-ci apparaissent un à un de la même manière que le pénultième anneau dont il vient d'être question; c'est-à-dire que le développement du segment nouveau a toujours lieu immédiatement en arrière du dernier anneau formé, et au-devant de l'anneau anal; de sorte qu'abstraction faite de celui-ci, la position des divers segments est en rapport avec leurs âges respectifs. Bientôt

aussi la larve cesse d'être un ver apode; des soies simples et subulées, portées sur des tubercules charnus, se montrent de chaque côté du corps, et le développement de ces appendices locomoteurs s'effectue suivant le même ordre que celui des anneaux, savoir, d'avant en arrière. Enfin il est aussi à noter qu'à cette époque la collerette ciliaire post-céphalique commence à se rétrécir et que les organes intérieurs se dessinent de plus en plus nettement.

» Ce serait long et peu utile de suivre ici, heure par heure, les progrès du développement de ces petites Annélides; mais, afin de mieux fixer les idées sur les métamorphoses qu'ils subiront encore, je crois devoir m'arrêter un instant sur leur conformation lorsqu'ils sont prêts à quitter la masse gélatineuse dans laquelle ils ont vécu pendant les premiers temps de leur existence. Quelques fois ces larves restent pendant longtemps encore dans l'intérieur de cet albumen commun; mais, dès le troisième ou le quatrième jour, elles peuvent sans inconvénient en sortir et vivre dans le monde extérieur.

» A cette époque elles ont la forme de petits vers subcylindriques, longs d'environ 2 millimètres et légèrement élargis en avant. Leur tête s'est un peu allongée, mais n'offre rien de remarquable. La portion post-céphalique du corps qui, dans le principe, n'offrait aucune trace de division et était entièrement couverte de cils vibratiles, paraît représenter trois anneaux dont le premier seulement est encore cilié et dont les deux postérieurs sont dépourvus d'appendices. Les quatre ou cinq anneaux suivants portent chacun une paire de mamelons charnus armés d'une longue soie mobile, légèrement recourbée vers le haut. En arrière de ces segments sétifères on aperçoit un anneau garni de deux tubercules semblables aux pieds dont il vient d'être question, mais dépourvus de soies, puis un autre anneau plus petit, qui n'offre encore aucun vestige d'appendices; enfin le corps est terminé par le segment anal qui est toujours garni de cils et n'a subi que peu de changements. L'appareil digestif s'est également compliqué : antérieurement on y remarque un bulbe charnu, puis une sorte d'œsophage court et cylindrique, suivi d'un estomac très-grand et de forme ovoïde, dont les parois paraissent être encore imprégnées de la substance colorée du vitellus; enfin, vers le tiers postérieur du corps commence l'intestin, qui a la forme d'un tube membraneux recourbé un peu sur lui-même, et allant se terminer à l'anus. On commence aussi à apercevoir les masses glandulaires situées à la partie antérieure du corps, et les muscles sous-cutanés se dessinent plus nettement; on distingue également les muscles moteurs des soies, et c'est probablement à cause de l'opacité du canal digestif qu'on ne voit pas le système nerveux situé au-dessous; mais il est à noter que, même dans les parties les plus transparentes du corps, on

n'aperçoit aucune trace de sang rouge, ni de vaisseaux pour la circulation.

» Lorsque la larve a gagné encore une ou deux paires de pieds, la tête commence à se modifier. Un étranglement transversal s'établit à quelque distance au-devant des yeux, et le lobe antérieur ainsi délimité présente près de son bord libre une série de capsules urticants, dont plusieurs laissent échapper un petit filament spiniforme. La collerette ciliaire post-céphalique s'est en même temps beaucoup rétrécie, et forme au-dessous de la tête un bourrelet saillant qui se porte en avant et constitue une grosse lèvre supérieure. Une lèvre inférieure arrondie, occupant le bord du second segment post-céphalique, ferme la bouche en arrière, et on remarque que les pieds des deux premières paires sont armés de deux soies, tandis qu'auparavant elles n'en avaient qu'une seule.

» Dans l'espace de deux ou trois jours, le lobe céphalique antérieur devient parfaitement distinct du segment oculifère, s'allonge, prend une forme cylindrique et constitue un appendice médian, très-mobile, qui présente tous les caractères d'une antenne. Son axe est occupé par un canal qui communique avec la grande cavité du corps, et on y voit circuler un liquide tenant en suspension des globules dont les formes et les dimensions varient; ce liquide remplit aussi la cavité abdominale et me paraît tenir lieu de sang dont je n'ai pu apercevoir à cette époque aucune trace. Enfin, les cils natateurs ont presque entièrement disparu, soit autour du cou, soit à l'extrémité postérieure du corps; mais on aperçoit un mouvement vibratoire assez énergique dans l'intérieur de la cavité buccale et dans la portion terminale de l'intestin.

» Les jeunes Térébelles offrent alors, comme on le voit, tous les caractères propres à l'ordre des Annélides errantes, et ne ressemblent encore en rien au type ordinique des Tubicoles. Elles possèdent, en effet, une tête bien distincte, une antenne, des yeux et des pieds armés de soies subulées comme en ont les Annélides errantes, tandis que les Tubicoles, comme on le sait, sont des vers acéphales, dépourvus d'antennes et d'yeux, et ayant des pieds garnis de crochets. Ce mode d'organisation correspond d'ailleurs au genre de vie que ces petites larves ont mené jusqu'alors; car, au lieu de demeurer sédentaires dans l'intérieur d'une gaîne étroite comme le font les Térébelles adultes et les autres Tubicoles, elles nagent librement au milieu du mucus dont les œufs étaient entourés, puis elles en sortent pour aller au loin chercher quelque point favorable à l'établissement de leur habitation. Nos jeunes Térébelles ont alors, par conséquent, les mœurs aussi bien que

l'organisation des Annélides errantes; mais elles ne peuvent être comparées qu'aux formes les plus imparfaites de ce type, et leur développement ultérieur, au lieu de tendre au perfectionnement des parties caractéristiques des Annélides supérieures, suit sous ce rapport une marche rétrograde.

» Lorsque nos larves ont perdu les cils locomoteurs dont les anneaux buccaux étaient primitivement entourés, elles cessent de nager et ne tardent pas à s'envelopper d'une matière muqueuse qui, en se solidifiant, constitue un tube cylindrique ouvert à ses deux extrémités. La première période de leur existence, celle pendant laquelle ces petits animaux mènent une vie errante, se termine alors; et quant à leurs mœurs, ils deviennent semblables à leurs parents, mais ils n'en ont pas encore le mode d'organisation, et on peut considérer comme constituant une seconde période le temps compris depuis la disparition de la collerette vibratile jusqu'à l'apparition des branchies.

» Avant que d'avoir complétement perdu leurs cils natateurs, nos jeunes Térébelles s'étaient en quelque sorte préparés à leur nouveau genre de vie. Effectivement, dans le principe, chaque anneau de leur corps ne portait qu'une paire de tubercules armés de soies subulées et représentant la rame dorsale des pieds de l'animal parfait; mais, à cette époque, les rames ventrales garnies de crochets commencent à se constituer, et ces crochets, comme on le sait, sont destinés à effectuer les mouvements d'ascension ou de retraite que les Annélides tubicoles doivent exécuter dans l'intérieur de leur demeure tubiforme. La formation de ces organes a lieu suivant le même ordre que celle des autres rames, c'est-à-dire d'avant en arrière. On ne les aperçoit d'abord que sur un ou deux des premiers anneaux pédigères, mais peu à peu ils se montrent aussi sur les autres segments, et bientôt leur développement devient plus rapide que celui des rames dorsales, de façon que, sur les nouveaux anneaux qui se constituent à l'arrière des corps, ils précèdent celles-ci. Il est aussi à noter que le perfectionnement des rames à crochets marche de la même manière: chacune d'elles n'est d'abord garnie que d'un seul crochet, et c'est également d'avant en arrière que le nombre de ces appendices augmente successivement.

» Une huitaine de jours après que mes jeunes Térébelles s'étaient construit un tube, l'appendice antenniforme de leur front s'était allongé au point de dépasser la moitié du reste du corps, mais sa croissance en largeur n'avait pas été proportionnelle à celle des autres parties; de façon que sa base, au lieu de correspondre à tout le bord antérieur de la tête, n'occupait que le tiers médian du front. La lèvre supérieure s'était beaucoup développée et les yeux paraissaient tendre à s'atrophier; enfin le nombre des pieds s'élevait

à dix paires, et on apercevait un nouvel anneau en voie de formation entre le dernier segment pédigère et le segment anal.

» Après un certain temps, dont la durée paraît varier suivant la température, l'abondance des aliments et les autres conditions dans lesquelles se trouvent les larves, on voit poindre un second appendice frontal qui se développe à côté du précédent. Celui-ci est alors filiforme et très-long, tandis que le nouveau cirrhe ne consiste encore qu'en un petit tubercule cylindrique dont la surface se garnit de vésicules urticants et dont la substance se creuse bientôt un canal médian en communication avec la cavité abdominale. A cette époque, les yeux sont devenus beaucoup moins distincts qu'ils ne l'étaient chez les larves errantes, et l'on remarque à l'entour quelques taches pigmentaires qui semblent être de nouveaux points oculiformes. Enfin on compte treize paires de pieds sétigères, et les divers organes intérieurs sont beaucoup plus distincts qu'ils ne l'étaient jusqu'alors; cependant on n'aperçoit encore aucun indice de l'existence de vaisseaux sanguins, et la circulation ne paraît consister que dans des mouvements irréguliers du liquide à globules blancs dont la cavité abdominale est remplie, liquide qui pénètre aussi dans le canal central des cirrhes frontaux et paraît y être mû par des cils vibratiles.

» Pendant que le corps s'allonge par suite de la formation d'un ou de deux nouveaux anneaux au-devant du segment anal, on voit un troisième, puis un quatrième appendice se développer sur le bord antérieur de la tête, à côté des deux cirrhes dont je viens de parler. Bientôt après on compte six, puis huit de ces organes tentaculaires dont la contractilité est très-grande. Les derniers formés se placent latéralement en dehors de leurs prédécesseurs, et comme leur longueur est à peu près proportionnelle à la durée de leur croissance, ils constituent une série décroissante du milieu vers les côtés. Lorsque le jeune Térébelle est parvenu à ce degré de développement, il est facile de se convaincre que les appendices frontaux, dont le nombre ne tardera pas à augmenter encore, ne sont autre chose que les cirrhes filiformes qui, chez l'adulte, constituent au-devant de la bouche une couronne touffue servant quelquefois à la locomotion aussi bien qu'à la préhension des aliments. A cette époque, on remarque également que les points oculiformes de l'anneau frontal se sont beaucoup multipliés, mais on cesse de distinguer les yeux qui y existaient primitivement; on compte alors de vingt à vingt-quatre de ces petites taches pigmentaires, et il ne paraît y avoir rien de bien fixe dans leur mode de groupement. Le nombre des pieds s'élève à vingt ou vingt-deux paires, et l'appareil glandulaire, située à la face ventrale de la portion thoracique du corps, a pris un grand développement. Cependant

je n'ai pu apercevoir encore aucune trace des organes spéciaux de respiration et de circulation.

» Ceux-ci commencent à se montrer lorsque les jeunes Térébelles ont acquis trente-huit ou quarante paires de pieds. On voit alors sur l'anneau apode qui suit immédiatement le segment frontal, deux tubercules situés sur les côtés de l'arceau dorsal et dirigés obliquement en haut et en dehors. Ces appendices s'allongent rapidement et deviennent cylindriques; leur surface se couvre de stries transversales dues à la contractilité de leur tissu, et leur centre se creuse d'un canal. Bientôt après, une seconde paire de tubercules semblables aux précédents se développe sur le segment suivant, et ces quatre appendices, qui ressemblent d'abord à des cirrhes tentaculaires, ne sont autre chose que les branchies; ils sont alors d'une simplicité extrême, mais ils ne tardent pas à se compliquer dans leur structure. A mesure que l'appendice respirateur s'allonge, il se divise en rameaux qui se bifurquent à leur tour, et on voit des tubercules s'élever sur divers points de sa surface pour donner naissance à d'autres branches ; de façon que bientôt chacun de ces organes, au lieu d'être, comme dans le principe, un simple prolongement filiforme, constitue un petit arbuscule contractile, faisant fonction d'un cœur accessoire aussi bien que d'une branchie (1); mais leur croissance est proportionnelle à leur âge, et ceux de la première paire restent toujours plus volumineux que ceux de la paire suivante.

» A l'époque de la première apparition des branchies, j'ai commencé à distinguer aussi dans l'intérieur du corps les organes spéciaux de circulation. Le gros vaisseau médio-dorsal qui, chez ces Annélides, remplit les fonctions d'un cœur, se dessine alors assez nettement, et on voit partir de son extrémité antérieure trois branches, dont une se dirige vers le bord frontal, et les deux latérales se bifurquent pour se distribuer aux branchies. Mais je suis porté à croire que les anses nombreuses qui, chez l'adulte, entourent le canal intestinal, n'existent pas encore; du moins je n'ai pu les apercevoir, bien que la transparence des tissus tégumentaires soit très-grande.

» Ces phénomènes organogéniques caractérisent la fin de la seconde période de la vie de nos jeunes Térebelles. Ces petits animaux, qui n'ont encore que 10 ou 12 millimètres de long, cessent alors d'être des larves, car ils sont pourvus de toutes les sortes d'organes que la nature doit leur départir, et on distingue même dans l'intérieur de leur abdomen quelques ovules détachés

---

(1) *Voyez*, à ce sujet, mes précédentes observations sur la circulation chez les Annélides. (*Annales des Sciences naturelles*, 2e série, tome X.)

de leurs ovaires. Néanmoins leur développement est loin d'être achevé; ils doivent devenir vingt ou trente fois plus grands qu'ils ne le sont encore, et le nombre de leurs parties doit augmenter considérablement; mais ces parties nouvelles ne seront que la répétition des parties déjà existantes, et l'économie ne s'enrichira d'aucun instrument nouveau. A cette époque, le nombre des tentacules céphaliques ne dépasse pas douze ou treize, tandis que, par la suite, on en comptera plus de cinquante. Une troisième paire de branchies doit encore se développer en arrière des précédentes. Les pieds sont aussi beaucoup moins nombreux qu'ils ne le seront chez l'adulte, et ces organes n'ont pas acquis toute leur perfection, car leur rame ventrale ne porte qu'une seule rangée de crochets, au lieu de deux, et ces petits appendices cornés sont peu nombreux. Il est aussi à noter que le développement des nouveaux crochets se fait dans le même ordre que celui des pieds, c'est-à-dire d'avant en arrière; ainsi, lorsqu'à la partie antérieure du corps, chaque rame porte une rangée de six ou sept de ces appendices, on n'en trouve que quatre vers le douzième segment pédigère; un peu plus en arrière, il n'y en a que trois, puis deux; plus postérieurement encore, un seul; et les derniers anneaux ne portent que des tubercules pédiformes dépourvus de soies. Enfin, les nouveaux anneaux, à l'aide desquels le corps s'allonge encore, se développent aussi dans le même ordre que ceux dont j'ai déjà signalé l'apparition, et la formation de ces Zoonites ne me paraît pas avoir de limites bien précises, ni sous le rapport de leur nombre, ni quant à l'âge auquel leur production s'arrête; aussi, chez ces Térébelles, de même que chez la plupart des autres Annélides, le nombre total des anneaux dont se compose le corps de l'animal adulte varie beaucoup chez les divers individus de la même espèce, et la croissance paraît se continuer pendant presque toute la durée de la vie.

» On voit donc que les Térébelles subissent dans le jeune âge des métamorphoses considérables. La larve de ces Annélides diffère de l'adulte autant que la Chenille diffère du Papillon; mais dès qu'elle se constitue, elle offre un certain nombre de traits propres au type de l'embranchement auquel elle appartient; bientôt aussi elle devient reconnaissable comme étant un animal de la classe des Annélides, puis on la voit s'éloigner du type des Annélides ordinaires à mesure qu'elle acquiert les caractères distinctifs du groupe des Tubicoles; enfin elle se complète par le développement des particularités propres au genre Térébelle; mais, pendant tout le jeune âge, il m'a été impossible d'y reconnaître aucun des traits sur lesquels reposent les distinctions spécifiques établies parmi ces Annélides.

» Les phénomènes génésiques que m'ont offerts les Térébelles s'accordent

donc parfaitement avec les vues que j'ai rappelées au commencement de ce Mémoire, et il en est de même de l'embryologie des Protules, que j'ai eu l'occasion d'étudier à Milazzo.

» (Afin d'abréger autant que possible cette communication, l'auteur expose verbalement les principaux faits dont il a été témoin en observant le développement de l'embryon des Protules et les métamorphoses que ces animaux subissent après la naissance. Les Protules adultes diffèrent beaucoup des Térébelles; mais, en quittant l'œuf, elles ressemblent si exactement aux larves de ces dernières Annélides, qu'à priori on ne pourrait supposer qu'ils appartiendraient à deux familles distinctes; le jeune animal n'acquiert que successivement les traits organiques qui le caractérisent comme appartenant d'abord à l'embranchement auquel il se rapporte, puis à sa classe, à son ordre et enfin à la famille particulière dont il est membre. Enfin il est aussi à noter que les Protules, de même que les Térébelles, ne possèdent d'abord que les anneaux céphalique et anal, que tous les autres anneaux dont l'économie s'enrichit par la suite, se constituent entre ces deux portions terminales du corps, que ces anneaux nouveaux se forment successivement, et que c'est toujours entre le segment anal et le plus jeune de ces derniers anneaux que se montre le Zoonite en voie de formation.

» M. Milne Edwards rend également un compte sommaire de ses observations sur le développement des Néréides, des Syllis et de quelques autres Annélides errantes. Enfin il termine son Mémoire par les considérations suivantes.)

» Ainsi tous les faits que j'ai pu observer concordent parfaitement entre eux et tendent à faire penser que les mêmes lois règlent le développement de toutes les Annélides chétopodes.

» D'après l'ensemble de ces faits, on voit que le corps de ces animaux se constitue peu à peu par la formation successive d'anneaux nouveaux, c'est-à-dire par la création de parties homologues à celles déjà existantes, par le développement de segments construits d'après le même plan fondamental, qui viennent se placer à la suite les uns des autres.

» On voit aussi que ce sont toujours les deux parties extrêmes de l'économie, celles dont dépendent la bouche et l'anus, qui se constituent d'abord, et que c'est dans l'espace qui les sépare que se forment ensuite les anneaux plus ou moins nombreux du tronc. Mais ce n'est pas un mouvement génésique centripète proprement dit qui se manifeste alors; ce ne sont pas deux séries de Zoonites qui, en grandissant, se dirigent l'une vers l'autre, mais une série unique qui s'allonge progressivement d'avant en arrière par l'addition d'élé-

ments nouveaux, de façon à refouler toujours de plus en plus loin de la tête le segment anal, et qui est disposée de telle sorte que l'âge relatif de chacun de ces anneaux est en rapport avec le rang qu'il occupe dans l'économie. Le Zoonite nouveau vient s'interposer entre le dernier segment qui s'est constitué et le segment anal, et on peut se demander quel est celui de ces deux anneaux qui en a déterminé la formation. Au premier abord, cette question semble difficile à résoudre, mais elle peut, je crois, être tranchée à l'aide d'une observation qui servira aussi à montrer la généralité de la tendance génésique dont je viens de parler.

» L'année dernière, en étudiant les Annélides des côtes de la Manche, M. de Quatrefages a été témoin d'un phénomène qui avait déjà été aperçu par Oth.-Fréd. Muller, mais qui n'avait pas été apprécié à sa juste valeur par les zoologistes; je veux parler de la division spontanée ou multiplication par bouture chez les Syllis. M. de Quatrefages a vu qu'à une certaine époque de la vie, un individu nouveau, destiné uniquement à la reproduction sexuelle, se développe à la partie postérieure du corps de ces animaux, et s'en sépare après y être resté adhérent pendant quelque temps. Une Annélide qui habite les côtes de la Sicile, et qui se rapproche un peu des Myrianes de M. Savigny, mais qui me paraît devoir constituer le type d'un genre nouveau, m'a présenté un phénomène analogue, mais plus curieux encore; car l'individu souche, au lieu de produire par bouture un seul petit, en forme jusqu'à six qui sont réunis en chapelet à l'extrémité postérieure de son corps, et qui, de même que chez les Syllis, renferment les organes de la génération, partie dont l'individu souche est lui-même privé.

» Or, ces petits se constituent précisément dans le point où nous avons vu naître les nouveaux anneaux chez les larves, c'est-à-dire entre le segment caudal ou anal et le dernier segment du tronc; mais tous ne se forment pas en même temps; et, d'après le degré de développement auquel ils étaient parvenus dans l'exemplaire que j'ai eu l'occasion d'observer, on voyait bien évidemment qu'ils étaient d'autant plus jeunes qu'ils étaient placés plus près de l'individu producteur. Le petit qui s'était formé le premier devait, dans le principe, se trouver entre le segment terminal du tronc de l'Annélide adulte, et son anneau caudal qui, refoulé en arrière par le bourgeon reproducteur, aura dès lors cessé d'appartenir au premier, et sera devenu un des Zoonites constitutifs de l'être en voie de formation; le second petit, situé au-devant du premier, a dû se développer entre celui-ci et le même anneau terminal du tronc de l'adulte: il ne pouvait être en rapport avec l'anneau caudal primitif, et il ne peut être considéré que comme étant produit sous

l'influence du dernier anneau du tronc de l'individu souche. Il en aura été de même pour le troisième petit, puis pour le quatrième, et ainsi de suite.

» La production par bourgeon d'un nouvel individu ressemble donc, jusqu'à un certain point, à la formation des nouveaux Zoonites dans l'économie de la larve; seulement, dans ce dernier cas, l'anneau producteur perd sa puissance créatrice dès qu'il a donné naissance à un nouveau segment auquel il se lie de la manière la plus intime, et c'est celui-ci qui, à son tour, devient producteur; tandis que, dans la multiplication des individus par bouture, le produit devenant jusqu'à un certain point étranger à l'économie de l'individu souche, l'anneau producteur continue à fonctionner et donne naissance à une série de petits dont les plus jeunes refoulent en arrière leurs aînés. Ainsi, chez les Annélides, de même que chez les plantes où l'on voit les jeunes tissus donner naissance aux tissus nouveaux, c'est l'anneau le plus jeune qui semble posséder seul la propriété de déterminer la formation d'un autre anneau. En effet, on ne voit jamais chez ces animaux un Zoonite nouveau apparaître entre deux anneaux d'une même série: c'est toujours à l'extrémité de la série qu'il se montre. Mais cette propriété, en vertu de laquelle un Zoonite est apte à produire un anneau semblable à lui-même, ne se perd pas complétement par son exercice; elle devient latente seulement lorsque le Zoonite est en rapport avec son produit, et elle se réveille de nouveau si ce premier vient à être séparé du segment auquel il avait donné naissance; car, ainsi que je me propose de le montrer dans une autre occasion, la reproduction des anneaux perdus par suite de mutilations n'est autre chose qu'un phénomène de ce genre. Du reste, il me paraît probable que cette faculté créatrice peut, dans certaines circonstances, être exercée par tout anneau terminal d'une série, et déterminer ainsi l'allongement de cette série par son extrémité antérieure, aussi bien que par le bout opposé; les expériences de Bonnet, de Dugès et de quelques autres naturalistes tendent à me le faire supposer, et il est à présumer que chez certaines Annélides, telles que les Glycères, le nombre des segments céphaliques peut s'accroître de cette manière; mais il est facile de s'assurer que d'ordinaire il n'en est pas ainsi, et que dans l'immense majorité des cas, c'est seulement à l'extrémité postérieure de la série formée par les anneaux du tronc que la multiplication des Zoonites s'effectue chez les Annélides.

» Il est aussi à noter que dans les reproductions par bourgeons dont il vient d'être question, les jeunes individus se sont développés de la même manière que lorsqu'ils provenaient d'un embryon. En effet, le nombre de leurs anneaux a augmenté peu à peu; c'est la tête et l'anneau caudal qui se

sont constitués d'abord, et c'est entre le dernier segment de la série céphalique ou de ses dérivés, et le segment anal, que s'est formé successivement chaque Zoonite nouveau. Ainsi le plus jeune de ces singuliers animaux réunis en chapelet en arrière du corps de l'individu souche, se composait de dix anneaux seulement, tandis que le second en avait quatorze, le troisième seize, le quatrième dix-huit, le cinquième vingt-trois, et le sixième, qui était l'aîné de tous, et qui terminait postérieurement cette série, en présentait trente. Il était en même temps facile de se convaincre que, chez chacun de ces petits êtres, la série des anneaux du tronc s'était formée d'avant en arrière; ces anneaux étaient d'autant plus avancés dans leur développement, qu'ils étaient situés plus près de la tête, qui partout offrait à peu près le même volume; enfin, l'anneau caudal était partout plus complet que les segments postérieurs du tronc, de sorte que, suivant toute probabilité, c'était entre ce segment terminal et le dernier segment du tronc que se constituait chacun des Zoonites nouveaux dont l'organisme s'enrichissait.

» La tendance génésique que je viens de signaler chez les Annélides n'existe pas seulement dans cette classe d'animaux; les faits que la science possède déjà suffisent pour montrer qu'elle est plus générale; et lorsque les observateurs fixeront davantage leur attention sur l'ordre de développement des Zoonites dont le corps des animaux articulés se compose, on en distinguera probablement des traces plus ou moins marquées dans la constitution embryonnaire de tous les êtres conformés d'après le même plan fondamental, c'est-à-dire dans tous les membres du grand embranchement des animaux annelés.

» En effet, les recherches de de Géer, de M. Savi, de M. Newport et de M. Gervais nous ont appris que, dans la classe des Myriapodes, de même que chez nos Annélides, le corps du jeune animal se complète par la formation successive d'un certain nombre d'anneaux qui viennent se placer à la file les uns des autres vers la partie postérieure du corps, entre le dernier segment du tronc et le segment anal, de façon à refouler celui-ci de plus en plus loin de la tête. Jurine, Rathke, Thompson et plusieurs autres carcinologistes ont été, ainsi que moi, témoins de phénomènes analogues dans le développement de divers crustacés, tels que l'Écrevisse, l'Aselle d'eau douce et les Cyclopes. Une tendance de même nature se reconnaît dans les modifications qu'éprouve l'organisation de quelques jeunes Arachnides chez lesquels Leuwenhoeck, de Géer et Dugès ont vu une quatrième paire de pattes se former, après la naissance et à la suite des trois paires déjà existantes. Enfin, des indices de ce mode de développement annulaire me semblent exister aussi dans les jeunes

embryons de quelques insectes, tels que le *Simulia canescens*, étudié par M. Kölliker; mais nos connaissances relativement aux premières périodes de la vie embryonnaire des animaux de cette classe sont encore trop incomplètes pour que l'on puisse se former à cet égard une opinion arrêtée.

» Du reste, lorsqu'on cherche à appliquer à l'ensemble du groupe des animaux annelés les lois qui semblent régler le mode de multiplication des Zoonites chez les Annélides, il ne faut pas se borner à prendre en considération le développement du petit provenant de l'œuf pondu par ces vers; il est également nécessaire de tenir compte des phénomènes de leur reproduction par bourgeonnement.

» Nous avons vu que, dans le développement ovipare de nos Annélides, le corps du jeune animal se divise primitivement en deux portions, dont l'une seulement possède la faculté de produire des Zoonites, et que tous les anneaux nouveaux se constituent à la suite l'un de l'autre, de façon que la série ainsi formée ne s'allonge que par son extrémité, et que les relations de position restent invariables entre ces divers éléments de l'économie. Le corps de l'animal adulte, abstraction faite de l'anneau caudal, ne se compose donc que d'une seule série ou groupe génésique de Zoonites appartenant à la région céphalique. Mais, lorsque le développement devient plus actif, comme dans le cas de la multiplication par bourgeonnement dont les Sylles et nos Myranides offrent des exemples, on voit un même anneau donner directement naissance à deux ou à plusieurs Zoonites, qui, en se reproduisant à leur tour de la manière ordinaire, constituent une ou plusieurs séries intercalaires; l'ensemble des produits segmentaires représente alors une suite de *groupes de Zoonites* dont chacun s'allonge par sa partie postérieure comme le faisait la série unique dans le cas précédent; et, bien que la tendance générale des phénomènes génésiques soit restée la même, il en résulte que les mêmes lois ne régissent plus les connexions des parties entre elles. Or, ce phénomène qui dans la classe des Annélides ne se manifeste que lors de la production de nouveaux individus par voie de bourgeonnement, et n'intervient jamais dans la constitution primitive de l'individu lui-même, se voit ailleurs pendant le développement de l'embryon, et modifie, à certaines époques de la vie, les relations des Zoonites entre eux.

» Chez les Crustacés, par exemple, il paraît y avoir trois de ces systèmes ou séries génésiques de Zoonites (1), dont l'allongement peut se continuer

(1) L'anneau caudal représente une quatrième série, mais ne donne pas naissance à d'autres Zoonites, de façon que l'anus occupe toujours le dernier segment du corps.

après la formation du premier anneau de la série suivante, et il est à noter que ces groupes correspondent précisément aux trois grandes divisions du corps de ces animaux : la tête, le thorax et l'abdomen. Ainsi, on voit souvent la série des anneaux thoraciques se compléter postérieurement à l'existence de la série abdominale, et quelquefois aussi de nouveaux anneaux se constituer entre la portion céphalique du corps et le premier segment thoracique. C'est aussi dans ces points de partage que les anomalies par avortement ou par arrêt de développement se rencontrent d'ordinaire, tant dans le système appendiculaire que dans la portion fondamentale ou centrale de l'économie, et c'est peut-être faute d'avoir connu cette tendance génésique, que notre honoré collègue M. Savigny et les autres zoologistes qui ont cherché à établir la concordance entre les appendices des insectes, des Arachnides et des Crustacés, ne sont pas toujours arrivés à des résultats satisfaisants. Dans une autre occasion, je me propose de traiter plus au long cette question, qui ne pourrait être discutée ici sans nous éloigner du sujet dont nous nous occupons en ce moment (1); mais il m'a semblé nécessaire de signaler le principe dont paraissent dépendre ces différences dans le mode de développement des Zoonites chez divers animaux annelés, ne fût-ce que pour nous aider dans l'appréciation de ce qu'il peut y avoir de général dans les tendances génésiques dont les Annélides nous ont offert des exemples.

» Si maintenant nous comparons la manière dont l'économie se constitue chez ces Vers chétopodes et chez les animaux conformés d'après d'autres types fondamentaux, les Vertébrés et les Mollusques par exemple, nous y reconnaîtrons dès le principe des différences considérables, et nous verrons que ces différences sont en rapport avec les caractères dominateurs dans chacune de ces grandes divisions zoologiques.

» Ainsi, chez les Annélides, de même que chez les Crustacés, les Myriapodes, etc., c'est la région orale ou céphalique qui est le point de départ du travail zoogénique, et l'économie se complète peu à peu par la formation successive de nouveaux tronçons qui sont analogues à ceux déjà développés

---

(1) La disposition dont je viens de parler à l'occasion du développement des Annelés n'est pas particulière à ces êtres; elle est plus générale, et chez tous les animaux les unités organiques dont se compose un appareil tendent à se constituer en groupes secondaires, dont les parties périphériques se développent après les parties centrales, et offrent moins de fixité dans leur forme et même dans leur existence. On comprendra facilement combien il est nécessaire de tenir compte de cette considération lorsqu'on veut se servir du *principe des connexions* pour arriver à la détermination des parties dont la forme change.

et à ceux qui y font suite. Chez les Mollusques, au contraire, c'est la région abdominale qui se constitue d'abord; la portion céphalique du corps ne se forme que beaucoup plus tard, et souvent même elle avorte plus ou moins complétement. Enfin, chez les Vertébrés, comme on le sait, la ligne primitive qui correspond au système céphalo-rachidien se dessine dans toute sa longueur longtemps avant les autres parties de l'économie, et ce n'est pas d'avant en arrière, à la suite de ce système, mais autour de l'espèce d'axe ainsi constitué, que les autres parties de l'économie viennent se grouper. Or, le caractère le plus saillant de l'embranchement des Vertébrés est fourni par l'appareil céphalo-rachidien; les Mollusques se font surtout remarquer par la disposition des viscères que l'abdomen renferme; et la segmentation du corps chez les Annelés suffit pour faire reconnaître au premier coup d'œil la plupart des êtres dont se compose cette grande division zoologique.

» D'autres différences également importantes à signaler dépendent de l'ordre de primogéniture de quelques-uns des grands systèmes physiologiques de l'économie, circonstance dont les anatomistes ont trop négligé la considération et dont il est indispensable de tenir compte lorsqu'on veut comparer les formes embryonnaires des animaux supérieurs à l'état permanent des êtres dont le rang zoologique est moins élevé. Chez les Vertébrés, où l'appareil circulatoire doit acquérir une perfection très-grande et doit remplir un des rôles les plus importants, le cœur et les vaisseaux sanguins se forment dès l'une des premières périodes de la vie embryonnaire, longtemps avant que le tube alimentaire ne se soit constitué ou que le petit être en voie de formation ait acquis aucun des caractères propres aux animaux de sa classe. Chez les Annélides qui, pour la plupart, sont aussi des animaux à sang rouge, le tube digestif se constitue et fonctionne à une époque où il m'était impossible d'apercevoir la moindre trace de l'appareil de la circulation; je n'ai pu constater l'existence de vaisseaux sanguins que lorsque le jeune animal avait depuis longtemps la forme générale qu'il devait conserver et lorsqu'il était apte à l'exercice de toutes les facultés de relation dont son espèce est douée. Il paraîtrait que, chez les Crustacés, le cœur ne se forme aussi qu'à une période assez avancée du développement embryonnaire, et, suivant toute probabilité, il en est encore de même pour les insectes chez lesquels cet organe reste toujours sous la forme d'un vaisseau très-simple et ne semble jouer qu'un rôle fort minime dans l'économie générale de l'individu.

» Je me suis assuré, par des observations multipliées, que, sous le rapport de l'apparition tardive du cœur, les Mollusques se rapprochent des animaux annelés, et chez les Zoophytes, comme on le sait, cet organe n'existe à au-

cune période de la vie, et se trouve tout au plus suppléé par des instruments d'une imperfection extrême. Sous ce point de vue, de même que sous beaucoup d'autres, l'embryon des animaux sans vertèbres diffère essentiellement de celui des animaux vertébrés, et ce dernier ne représente jamais un type quelconque appartenant, soit à l'embranchement des Mollusques, soit à la division des animaux annelés ou à celle des Radiaires.

» Ainsi, tout tend à prouver la distinction primordiale que la nature a établie parmi les êtres appartenant à des embranchements différents, et les faits dont je viens d'entretenir l'Académie, loin d'être favorables à l'existence d'une seule série zoologique, fournissent de nouveaux arguments à l'appui des vues auxquelles j'ai fait allusion dans les premières lignes de cet écrit. »

EMBRYOGÉNIE. — *Observations sur le parallèle de l'embryogénie comparée des Vertébrés et des Invertébrés; par* M. SERRES.

« La question soulevée par le parallèle que vient d'établir notre collègue, M. Milne Edwards, entre le développement des Vertébrés et celui des Invertébrés, étant du plus grand intérêt pour l'embryogénie comparée, je crois devoir lui soumettre quelques observations.

» Et d'abord, la ligne centrale de l'aire germinatrice, désignée par quelques auteurs sous le nom de *ligne primitive*, n'est ni l'axe cérébro-spinal du système nerveux, ni la moelle épinière des Vertébrés, comme le croit notre collègue.

» Cette ligne, qui apparaît entre la quatorzième et la seizième heure de l'incubation, n'est autre chose qu'une fissure qui se produit sur le milieu de la membrane blastodermique. Cette fissure se forme au moment où cette membrane se fronce pour donner naissance aux sacs germinateurs; c'est ce froncement que MM. Doellinger et Pander ont nommé *plis primitifs*.

» En exposant, il y a bientôt deux ans, le mécanisme de la formation de ces sacs devant l'Académie (1), j'ai montré que la ligne primitive n'est autre chose qu'un *espace vide* que laissent entre eux les plis primitifs au moment où ils se réfléchissent pour former les cellules germinatrices. J'ai rapporté beaucoup d'expériences qui mettent ce fait hors de doute.

» Afin d'expliquer comment et pourquoi cette ligne avait été prise, tantôt pour l'embryon préexistant, par Malpighi; tantôt pour l'animalcule spermatique, par Boerrhaave; tantôt pour la moelle épinière, par Pander; d'autres

---

(1) Voyez *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 10 avril 1843.

fois pour une bandelette blanchâtre, et en dernier lieu enfin pour une corde dorsale, par M. de Baër, j'ai insisté sur le soulèvement de la membrane blastodermique que Wolf a le premier fait connaître.

» Par ce soulèvement, la membrane se sépare du noyau blanchâtre qui occupe la base de la cicatricule, de sorte que, lorsque la ligne primitive se forme, c'est ce noyau blanc que l'on aperçoit au travers du vide qui la constitue, et c'est cette apparence à laquelle on a donné les diverses interprétations que je viens de rappeler.

» Si donc notre honorable collègue considérait encore la ligne primitive comme l'axe cérébro-spinal du système nerveux, il serait induit, je pense, à des conséquences qui ne seraient pas justifiées dans le parallèle du développement des Invertébrés comparé à celui des Vertébrés.

» En second lieu, je ferai remarquer à notre collègue que le cœur ne se forme pas, ainsi qu'il l'a dit, immédiatement après la ligne primitive; entre la manifestation de ces deux parties, il y a d'abord la formation des deux cordons de la moelle épinière, puis celle des noyaux vertébraux, puis enfin le développement du capuchon céphalique.

» Ce n'est que lorsque ce capuchon s'est infléchi sur la face ventrale de l'embryon, c'est-à-dire, d'après mes expériences, vers la vingt-cinquième heure de l'incubation, que l'on voit apparaître les premiers rudiments du cœur; et encore ces rudiments que sont-ils? deux traits, l'un à droite, l'autre à gauche, incapables d'imprimer au sang une impulsion quelconque. Plus tard, même lorsque le cœur constitue un canal, vers la vingt-huitième ou trentième heure, il n'y a pas de circulation manifeste; celle-ci ne devient apparente au microscope que dans le cours de la trente-deuxième à la trente-cinquième heure.

» D'où il suit que, lorsque la circulation est régulière chez l'embryon des Vertébrés, il y a chez celui-ci une organisation plus riche, plus complexe que n'est celle des Térébelles; de sorte encore qu'il ne serait peut-être pas exact de dire qu'il y a une espèce de contraste entre l'apparition tardive de l'appareil circulatoire de ces Annélides, et la manifestation précoce de ce même appareil chez l'embryon des Vertébrés.

» Si, au lieu d'un contraste, on pouvait au contraire trouver une analogie dans les deux embranchements entre les développements primitifs de l'embryon et l'apparition plus ou moins tardive de l'appareil de la circulation, ce serait une preuve nouvelle à ajouter à celles qui existent dans la science, que le cœur n'est pas l'agent immédiat des formations premières de l'embryon, ainsi que l'avait pensé l'école de Haller. Sous ce point de vue, les

observations confirmatives que vient de faire connaître M. Milne Edwards me paraissent d'un grand intérêt.

» En troisième lieu, j'adresserai une question à notre collègue sur la disparition des yeux des Térébelles pendant la période de leur accroissement.

» Dans l'embryogénie des Vertébrés, on sait que les corps de Wolf disparaissent à mesure que le rein, l'ovaire et le testicule se forment. On sait que chez certains Ophidiens un des deux poumons de l'embryon disparaît également. On sait, enfin, que le fœtus de l'oiseau a deux ovaires parfaitement et également développés en apparence, et que cependant il en perd un pendant la série des développements.

» Nous ignorons chez les Vertébrés la cause de ces disparitions des organismes; on ne peut même, jusqu'à ce jour, en trouver une raison probable dans les conditions vitales de l'embryon et du fœtus (1).

» Dans l'embryogénie des Invertébrés, il paraîtrait, au contraire, que la disparition de certains organismes se lie avec un changement très-appréciable de leur état physique.

» D'après notre collègue M. Audouin, que l'Académie a perdu dans toute la force de son talent, le parasitisme des Invertébrés serait la cause de la perte de certains organismes et de la modification de quelques-uns de leurs caractères.

» Ainsi, d'après le Mémoire de M. Thomson, chirurgien de la marine anglaise, publié en 1830, les embryons des Cirripèdes sont d'abord libres et errants, et ils sont pourvus alors des organes de la vision, tandis qu'ils les perdent complétement au moment où ils se fixent. Ce fait, ainsi que divers autres, ont été confirmés par le professeur Burmeister, dans son Mémoire sur le développement des Anatifes et des Balanes, qui a paru en 1833. Les Biphores sont également modifiés par leur association.

» M. Milne Edwards a fait connaître un fait tout à fait analogue dans son Mémoire sur les *Ascidies composées*. Les larves des Polycliniens nagent, frétillent et s'agitent beaucoup pendant les premiers temps qui suivent leur naissance; mais, après qu'elles se sont fixées, elles perdent la queue qui servait à leur locomotion dans la première période de développement.

» La perte des yeux chez l'embryon des Térébelles tiendrait-elle à une condition analogue?

» Sans doute que le parasitisme des Térébelles et des autres Tubicoles

(1) La raison organogénique du fait semble résider dans l'atrophie et enfin la disparition de l'artère propre à l'organe qui n'a qu'une existence temporaire.

n'est pas de même nature que celui des Ascidies et des Cirripèdes; mais le moment où les embryons des Térébelles, de même que les Sabelles, se logent dans leurs tubes factices, n'est-il pas, sous beaucoup de rapports, comparable à celui où la larve de l'insecte s'enferme dans sa chrysalide? Or nous savons, d'après les belles recherches de M. Hérold sur la transformation de la chenille du chou, que pendant son parasitisme, la nymphe perd quelques-uns de ses organismes, et entre autres plusieurs de ses ganglions nerveux.

» Au reste, la demande que nous adressons à notre collègue se réduit à la question de fait qui suit. L'embryon de la Térébelle perd-il ses yeux avant ou après son enfermement dans le tube qui le protége? Si, pendant qu'il est complétement libre, l'embryon conservait ses yeux, et s'il ne les perdait qu'après s'être retiré dans sa loge factice, le fait observé par M. Milne Edwards me semblerait rentrer dans la règle posée par M. Audouin. Si, au contraire, la perte des yeux survenait pendant la liberté plénière de l'embryon, ce serait une exception dont la cause mériterait d'être recherchée.

» Je prie l'Académie d'excuser la longueur de mes observations; mais tout ce qui se rattache à l'embryogénie comparée est si intéressant, et ce qui a rapport au développement comparatif des Vertébrés et des Invertébrés est si nouveau, que j'ai cru devoir soumettre à notre collègue les réflexions qui précèdent. »

Réponse de M. **Milne Edwards** *aux objections de* M. Serres.

« Si j'ai bien saisi les paroles de notre savant collègue M. Serres, les résultats auxquels je suis arrivé lui paraîtraient attaquables : 1° parce que la ligne primitive de l'embryon des animaux vertébrés ne serait pas, dans le principe, un rudiment de l'axe cérébro-spinal, mais bien un espace vide correspondant à la place où cet axe se montrera bientôt après; 2° parce que le cœur, chez les animaux vertébrés, ne se forme pas immédiatement après la ligne primitive, mais à la suite de l'apparition de la moelle épinière, des noyaux vertébraux et du pli du blastoderme nommé *capuchon céphalique;* 3° enfin, parce que quelques-uns des changements que subissent les jeunes Annélides seraient une conséquence de leur parasitisme. Je vais répondre brièvement sur ces trois points.

» J'ai dit que les Annélides, ainsi que les Mollusques et les autres animaux sans vertèbres, diffèrent des animaux vertébrés dès qu'ils commencent à se constituer à l'état d'embryon; et parmi les différences que nous offrent ces êtres en voie de formation, j'ai signalé, chez les premiers, l'absence com-

plète de la *ligne primitive* qui, chez tout animal vertébré, se montre au début du travail génésique. Peu importe donc, pour la solidité de mes conclusions, que cette ligne soit, dans le principe, la moelle épinière elle-même à l'état de vestige, ou l'espace encore vide où cette moelle apparaîtra bientôt; il ne s'agit pas ici du mode de formation de cette ligne, mais de son *existence constante* chez les Vertébrés, et de son *absence complète* chez les Annelés ou les Mollusques. Or, les observations de notre honorable collègue ne portent pas sur cette question. Si j'avais eu à m'occuper de la nature intime de cette ligne, je ne me serais pas borné à dire qu'elle *correspond* à l'axe cérébro-spinal, et je n'aurais pas manqué de citer, à cette occasion, les travaux de M. Serres; mais, dans la discussion des faits dont je viens d'avoir l'honneur d'entretenir l'Académie, ce point de l'histoire embryologique des animaux vertébrés n'était pas de mon sujet, et par conséquent j'ai dû ne pas en parler. En effet, ce qu'il m'importait de montrer, c'est que cette ligne primitive (quel que soit le mécanisme de sa formation chez le Poulet ou chez tout autre Vertébré), ne se forme pas du tout chez les Annélides, ainsi que chez les autres animaux invertébrés. De là une différence primordiale entre le Vertébré et le Mollusque ou l'Annelé, et cette différence, sur laquelle j'ai cru devoir appeler l'attention des zoologistes, n'en existerait pas moins, soit que l'on adopte l'hypothèse de Pander, soit que l'on donne la préférence aux vues ingénieuses de notre savant collègue, ou même que l'on explique de toute autre manière la production de cette ligne propre à l'embranchement des Vertébrés; car, je le répète encore, le fait seul de son existence et non sa nature primitive, constitue le caractère par lequel l'embryon d'un Vertébré, dès son origine, se distingue pour toujours de l'embryon d'un Mollusque ou d'un Annelé.

» En ce qui concerne la formation de l'appareil de la circulation, je ferai à mon tour remarquer à notre collègue que l'opinion qu'il m'attribue, et qu'il combat, n'a pas été la mienne. Je n'ai dit nulle part que chez les Vertébrés le cœur se forme *immédiatement* après la ligne primitive; j'ai dit que chez ces animaux le cœur ainsi que les vaisseaux sanguins sont au nombre des premiers organes qui se constituent, et qu'ils entrent en fonction avant que l'embryon n'ait acquis un appareil digestif, des membres pour la locomotion, des organes des sens, ou même la forme d'un animal viable quelconque, et, en cela, je pense être d'accord avec notre collègue; mais j'ai ajouté que chez les Annélides et les Mollusques, il en est tout autrement; que chez ces animaux sans vertèbres, l'appareil digestif, les muscles, les organes de locomotion, se constituent et fonctionnent avant qu'il soit possible d'apercevoir aucune trace ni

d'un cœur ni de vaisseaux sanguins; que souvent même le jeune animal acquiert la forme générale qu'il doit conserver, et mène déjà une vie errante avant que son appareil circulatoire ne se soit montré. Il ne s'agit donc pas ici, comme on le voit, de l'apparition de quelques vestiges d'organes intérieurs, tels que les noyaux vertébraux qui, chez le Poulet, préexistent au cœur, mais de la constitution de l'animal presque entier. Jusqu'à ce que de nouveaux faits me démontrent le contraire, je persiste par conséquent à dire que l'ordre chronologique suivant lequel les grands appareils physiologiques se constituent dans l'embryon n'est pas le même dans tout le règne animal, mais diffère dans l'embranchement des Vertébrés comparé à l'embranchement des Mollusques ou à la grande division des Annelés, et, dans mon opinion c'est là encore une de ces différences fondamentales qui séparent presque dès leur origine les êtres dont se composent ces divers groupes.

» Quant aux vues relatives à l'influence du parasitisme que mon ami M. Audouin et moi avons présentées à l'Académie il y a bientôt vingt ans, et que M. Serres a bien voulu rappeler ici (1), j'avouerai qu'elles ne me semblent pas suffire à l'explication des phénomènes de développement rétrograde dont les Térébelles m'ont offert des exemples. Je rappellerai d'abord que ces Annélides *ne vivent jamais en parasites*, et que c'est longtemps avant que de se construire une habitation tubulaire qu'elles commencent à perdre leurs organes natateurs. Il est bien probable que la disparition des yeux, comme celle des nageoires, des pattes ou de toute autre partie de l'économie, n'est permise par la nature que lorsque ces organes cessent d'être nécessaires à l'animal; mais cela ne me semble jeter aucune lumière sur la cause physique du phénomène, et il ne me paraît en aucune façon démontré que la vie sédentaire d'un Cirripède ou d'une Ascidie soit la cause déterminante de la disparition de ces organes visuels ou locomoteurs; peut-être même serait-il plus plausible de renverser l'hypothèse et de dire que l'animal devient sédentaire parce que ses organes de locomotion lui refusent leurs services, ou bien encore que c'est parce qu'il est devenu aveugle que rien ne l'excite à changer de place. Je craindrais d'abuser de l'attention de l'Académie si j'entrais dans plus de détails à ce sujet, et j'ajouterai seulement que tous les phénomènes de cet ordre me paraissent se lier, non pas au parasitisme, mais à une tendance générale de la nature, tendance dont j'aurai peut-être l'occasion de traiter dans une autre circonstance.

---

(1) *Voyez* Mémoire sur la Nicothoé, animal singulier qui suce le sang du Homard; par MM. Audouin et Milne Edwards. (*Annales des Sciences naturelles*, 1re série, t. IX; 1826.)

» En résumé, il me semble donc que, ni les vues de notre honorable collègue, relativement au mode de formation de la ligne primitive de l'embryon des Vertébrés, ni les faits qu'il a rappelés touchant l'époque de l'apparition du cœur chez le Poulet, ni enfin l'hypothèse que nous avions proposée, M. Audouin et moi, pour expliquer certaines particularités organiques chez les animaux parasites, ne doivent me déterminer à modifier les conclusions de mon travail sur le développement des Annélides, et je persiste à croire que les animaux appartenant à des embranchements distincts diffèrent entre eux dès que leurs organes commencent à se dessiner dans l'embryon. »

Réponse de M. SERRES.

« Les réponses de notre savant collègue M. Milne Edwards n'ont pas changé la nature des observations que je lui ai soumises. Pour savoir si les Invertébrés ont ou n'ont pas, au début, la ligne primitive des Vertébrés, il est d'abord nécessaire de préciser ce qu'est cette ligne chez ces derniers. Sans cette détermination, il devient impossible, pour n'en citer qu'un exemple, de savoir en quoi consiste la ligne primitive des Mollusques gastéropodes qu'un savant belge, M. Dumortier, dit être analogue à la même partie chez les Vertébrés; et si elle n'existe pas, comme le pense notre collègue, cette indétermination ne permet pas de savoir en quoi, ou par quelle partie, les deux embranchements diffèrent au point de départ de leurs développements.

» Quant à l'appareil circulatoire, il est d'autant plus lent à se développer chez les Vertébrés, que chez les Mammifères et l'Homme; il ne se complète qu'après la naissance : d'où il suit que, lorsque cet appareil a terminé les évolutions qui lui sont propres dans les deux embranchements, l'organisation d'un Vertébré est bien autrement élevée que celle d'un Invertébré. L'ordre chronologique de l'apparition d'un appareil chez les Invertébrés est, du reste, en raison de la température, ainsi que l'observe M. Dumortier pour les *Limnées*, les *Planorbes*, les *Physes*. Ce qui explique pourquoi M. Stiechel n'a reconnu les premiers vestiges du cœur que le seizième jour, tandis que M. Carus les avait observés le huitième.

» Pour ce qui concerne l'influence du parasitisme, la physiologie doit, ce me semble, en appeler à l'expérience seule si elle veut éviter de mettre des opinions à la place des faits.

» Au reste, pour chercher à éclairer quelques-unes des questions soulevées dans cette discussion, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les

résultats de mes observations sur la détermination expérimentale de la ligne primitive, et sur la formation de l'appareil circulatoire chez les Vertébrés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries multiples; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Soit

$$u = \mathrm{f}(x, y, z, \ldots) \tag{1}$$

une fonction des variables x, y, z,... qui, pour chaque système de valeurs entières, positives, nulles ou négatives attribuées à x, y, z,..., acquière une valeur unique et finie. Cette fonction u pourra être considérée comme le *terme général* d'une *série multiple* dont chaque terme correspondrait à un système particulier de valeurs entières, positives, nulles ou négatives de x, y, z....

» Réciproquement, le terme général d'une série multiple pourra toujours être représenté par une telle fonction de x, y, z....

» Soit maintenant S une somme formée avec un grand nombre de termes de la série multiple. Cette série sera dite *convergente*, si la somme S s'approche indéfiniment d'une limite unique et finie s, dans le cas où le nombre des termes compris dans la somme S devient infiniment grand, et où les valeurs numériques de x, y, z,... qui correspondent aux termes exclus de cette somme deviennent elles-mêmes infiniment grandes. Alors aussi la limite s de la somme partielle S sera ce qu'on appelle la *somme* de la série.

» On peut dire encore que la série multiple sera convergente, si la somme S devient toujours infiniment petite, dans le cas où les termes dont elle est composée correspondent tous à des valeurs numériques infiniment grandes de x, y, z.... Cette seconde définition s'accorde évidemment avec la précédente. Car, dans le second cas, la somme S peut être considérée comme composée de termes qu'on aurait exclus de cette somme dans le premier cas; et, par suite, si dans le premier cas la somme S converge vers une limite unique et finie, elle devra, dans le second cas, converger vers une limite nulle, et réciproquement.

» Concevons maintenant que, pour des valeurs entières de x, y, z,... on représente par

$$v = \varphi(x, y, z, \ldots)$$

le module de la fonction

$$u = f(x, y, z, \ldots).$$

Les modules des divers termes de la série qui a pour terme général u, seront précisément les termes de la série dont le terme général est v; et pour cette raison nous dirons que la seconde série est la *série modulaire* correspondante à la première. Cela posé, nommons, comme ci-dessus, S la somme d'un grand nombre de termes de la première série. Soit, de plus, s la somme des termes correspondants de la seconde. s représentera précisément la somme des modules des termes compris dans la somme S. Donc, si la somme s devient infiniment petite, dans le cas où les termes qu'elle renferme correspondent tous à des valeurs numériques infiniment grandes de chacune des quantités x, y, z, .., on pourra en dire autant, à fortiori, de la somme S. De cette observation, rapprochée de la seconde définition des séries convergentes, on déduit immédiatement le théorème dont voici l'énoncé.

» 1er *Théorème.* Une série simple ou multiple est toujours convergente, lorsque la série modulaire correspondante est convergente elle-même.

» Admettons maintenant que, la série multiple

$$u = \mathrm{f}(x, y, z, \ldots)$$

étant convergente, on forme, avec divers termes de cette série, des sommes

$$k_0,\ k_1,\ k_2, \ldots,\ k_n, \text{ etc.}\ldots,$$

tellement composées que le même terme ne se reproduise jamais dans deux sommes distinctes, et que les seuls termes exclus du système des sommes

$$k_0,\ k_1,\ k_2, \ldots,\ k_n,$$

quand le nombre n devient infiniment grand, soient des termes dans lesquels les valeurs numériques de x, y, z,... deviennent elles-mêmes infiniment grandes. Enfin posons

$$s_n = k_0 + k_1 + k_2 + \ldots + k_n.$$

En vertu de la première définition que nous avons donnée des séries con-

vergentes, s_n s'approchera indéfiniment, pour des valeurs croissantes de n, de la limite unique et finie s qui représente la somme de la série multiple. Donc, en faisant croître n indéfiniment, on trouvera

$$(3) \qquad s = k_0 + k_1 + k_2 + \text{etc.}..,$$

et l'on pourra énoncer la proposition suivante.

» 2e *Théorème*. Une série multiple étant supposée convergente, désignons par

$$k_0,\ k_1,\ k_2, \ldots,\ k_n,\ \text{etc.}\ldots$$

des sommes partielles formées avec divers termes de cette série multiple, de telle sorte que le même terme ne se trouve jamais reproduit dans deux sommes distinctes, et que les termes exclus du système des sommes

$$k_0,\ k_1,\ k_2, \ldots,\ k_n,$$

soient toujours, pour une valeur infiniment grande de n, des termes qui correspondent à des valeurs numériques infiniment grandes de x, y, z,...; alors, la série simple

$$k_0,\ k_1,\ k_2,\ \text{etc.}\ldots$$

sera elle-même convergente, et elle aura pour somme la somme s de la série multiple.

» *Corollaire*. Si une seconde série simple

$$h_0,\ h_1,\ h_2, \ldots$$

est formée comme la première, elle sera pareillement convergente; et l'on aura encore

$$(4) \qquad s = h_0 + h_1 + h_2 + \ldots$$

par conséquent

$$(5) \qquad h_0 + h_1 + h_2 + \ldots = k_0 + k_1 + k_2 + \ldots.$$

Cette dernière formule renferme le principe fécond sur lequel repose la transformation des séries.

» Parmi les séries multiples, on doit surtout remarquer celles qui représentent des fonctions développées suivant les puissances entières positives, nulles et négatives de plusieurs variables. On peut établir, à l'égard de ces développements, diverses propositions analogues à celles que renferme mon Mémoire de 1831, sur le calcul des limites; et, pour y parvenir, il suffit de transformer d'abord ces fonctions en intégrales définies, puis de développer en séries les intégrales obtenues. Ainsi, par exemple, en opérant de cette manière, on démontrera sans peine le théorème suivant.

» 3e *Théorème.* Si une fonction de plusieurs variables x, y, z,... reste continue pour des valeurs de x, y, z,... comprises entre certaines limites, non-seulement, pour de telles valeurs, la fonction sera développable en une série convergente, ordonnée suivant les puissances entières de x, y, z,..., mais la série modulaire correspondante sera convergente elle-même.

» Ajoutons que le calcul fournira une limite supérieure de l'erreur que l'on commettra, quand on arrêtera le développement effectué suivant les puissances entières de chaque variable après un certain nombre de termes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur les fonctions qui se reproduisent par substitution; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Soient

$$x, y, z, \ldots,$$

et

$$X, Y, Z, \ldots$$

deux systèmes de variables liées entre elles par certaines équations, en vertu desquelles X, Y, Z,... puissent être considérées comme des fonctions connues et déterminées de x, y, z,.... La substitution des variables X, Y, Z,... aux variables x, y, z,... transformera une fonction quelconque de x, y, z,... représentée par la notation

$$\mathrm{f}(x, y, z, \ldots),$$

en une fonction nouvelle

$$\mathrm{f}(X, Y, Z, \ldots),$$

qui sera généralement distincte de la première. Mais, dans certains cas particuliers, il peut arriver que la nouvelle fonction se confonde avec la pre-

mière, ou du moins n'en diffère que par un facteur constant ou variable, qu'il soit aisé de reconnaître, en sorte qu'on ait identiquement ou

$$\mathrm{f}(x, y, z,\ldots) = \mathrm{f}(X, Y, Z,\ldots),$$

ou du moins

$$\mathrm{f}(x, y, z,\ldots) = K\,\mathrm{f}(X, Y, Z,\ldots),$$

K désignant une fonction déterminée de $x, y, z,\ldots$ que l'on puisse facilement reconnaître et mettre en évidence, comme étant, avec $\mathrm{f}(X, Y, Z,\ldots)$, un facteur de la fonction $\mathrm{f}(x, y, z,\ldots)$. Alors nous dirons que la fonction $\mathrm{f}(x, y, z,\ldots)$ se trouve *reproduite* par la substitution des variables $X, Y, Z,\ldots$ aux variables $x, y, z,\ldots$ et par l'adjonction du facteur K au résultat que fournit cette substitution même.

» Parmi les fonctions qui peuvent se reproduire aussi par substitution, il en existe quelques-unes qui méritent d'être remarquées. Telles sont, par exemple, celles dont la considération m'a conduit à deux théorèmes qu'il est facile d'établir et qui peuvent être énoncés dans les termes suivants.

» 1er *Théorème.* Concevons que l'indice n représente, au signe près, un nombre entier. Soit, de plus,

$$u_n$$

une fonction de l'indice n, et des variables $x, y, z,\ldots$. Enfin, supposons que les diverses valeurs de u_n, savoir,

$$(1) \qquad \ldots u_{-3},\ u_{-2},\ u_{-1},\ u_0,\ u_1,\ u_2,\ u_3,\ldots,$$

forment une série convergente, prolongée indéfiniment dans les deux sens. Si, en substituant aux variables $x, y, z,\ldots$ d'autres variables $X, Y, Z,\ldots$, qui soient des fonctions connues et déterminées des premières, on transforme généralement le rapport $\frac{u_n}{u_0}$ en une nouvelle fonction équivalente au rapport $\frac{u_{n+1}}{u_1}$, alors la somme s de la série (1) sera une fonction de $x, y, z,\ldots$ qui se trouvera reproduite par la substitution dont il s'agit, et par l'adjonction du facteur $\frac{u_1}{u_0}$ au résultat de cette substitution même.

» *Démonstration.* En effet, désignons, pour plus de commodité, par $\mathrm{f}(x, y, z, \ldots)$ la somme s de la série (1). On aura non-seulement

$$(2) \qquad s = \ldots u_{-2} + u_{-1} + u_0 + u_1 + u_2 + \ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$f(x, y, z, \ldots) = \Sigma u_n,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulle et négatives de l'indice n, mais encore, en vertu de l'hypothèse admise,

$$f(X, Y, Z, \ldots) = \Sigma u_0 \frac{u_{n+1}}{u_1} = \frac{u_0}{u_1} \Sigma u_n,$$

ou, ce qui revient au même,

$$f(X, Y, Z, \ldots) = \frac{u_0}{u_1} f(x, y, z, \ldots);$$

et, par conséquent,

$$(3) \qquad f(x, y, z, \ldots) = \frac{u_1}{u_0} f(X, Y, Z, \ldots).$$

» 2e *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le 1er théorème, la factorielle P déterminée par l'équation

$$(4) \qquad P = \left(1 + \frac{u_1}{u_0}\right)\left(1 + \frac{u_2}{u_1}\right)\left(1 + \frac{u_3}{u_2}\right)\cdots\left(1 + \frac{u_{-1}}{u_0}\right)\left(1 + \frac{u_{-2}}{u_{-1}}\right)\left(1 + \frac{u_{-3}}{u_{-2}}\right)\cdots$$

sera une fonction de $x, y, z, \ldots$, qui se trouvera reproduite par la substitution des variables $X, Y, Z, \ldots$ aux variables $x, y, z, \ldots$, et par l'adjonction du facteur $\frac{u_1}{u_0}$ au résultat de cette substitution même.

» *Démonstration.* En effet, dans l'hypothèse admise, la substitution des variables $X, Y, Z, \ldots$ aux variables $x, y, z, \ldots$ changera généralement les rapports de la forme

$$\frac{u_n}{u_{n-1}}, \qquad \frac{u_{-n-1}}{u_{-n}}$$

en des rapports de la forme

$$\frac{u_{n+1}}{u_n}, \qquad \frac{u_{-n}}{u_{-n+1}}.$$

Donc si, pour plus de commodité, on représente par

$$F(x, y, z, \ldots)$$

la valeur de P que fournit l'équation (4), on aura non-seulement

$$F(x, y, z, \ldots) = \left(1+\frac{u_1}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_2}{u_1}\right)\left(1+\frac{u_3}{u_2}\right)\cdots\left(1+\frac{u_{-1}}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_{-2}}{u_{-1}}\right)\left(1+\frac{u_{-3}}{u_{-2}}\right)\cdots,$$

mais encore

$$F(X, Y, Z, \ldots) = \left(1+\frac{u_2}{u_1}\right)\left(1+\frac{u_3}{u_2}\right)\left(1+\frac{u_4}{u_3}\right)\cdots\left(1+\frac{u_0}{u_1}\right)\left(1+\frac{u_{-1}}{u_0}\right)\left(1+\frac{u_{-2}}{u_{-1}}\right)\cdots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$F(X, Y, Z, \ldots) = \frac{u_0}{u_1} F(x, y, z, \ldots);$$

et, par conséquent,

$$F(x, y, z, \ldots) = \frac{u_1}{u_0} F(X, Y, Z, \ldots).$$

» Dans un prochain article, j'appliquerai les principes que je viens d'établir à la recherche et à la démonstration des propriétés remarquables des séries et des factorielles que l'on obtient, quand la fonction de x, y, z, ..., représentée par u_n, offre pour logarithme une fonction entière de l'indice n. »

M. **Augustin Cauchy** annonce qu'il a reçu de Rome, pour les offrir à l'Académie, divers ouvrages et Mémoires qui sont relatifs au calcul infinitésimal, et qui lui paraissent très-propres à intéresser les géomètres, savoir:

1°. Un Mémoire *sur la représentation géométrique des fonctions elliptiques de troisième espèce; par* M. l'abbé **Tortolini**, professeur d'analyse transcendante au collége de la Sapience, et de physique mathématique au collége Romain;

2°. Un Mémoire *sur le passage des intégrales des équations à différences finies aux intégrales des équations différentielles; par* le même auteur;

3°. Un *Traité de calcul différentiel; par* le même auteur;

4°. Une traduction italienne d'un Mémoire de M. **Hamilton**, *sur les équations de la dynamique,* et d'un Mémoire de M. **Jacobi**, *sur l'intégration des équations du mouvement elliptique.* Cette traduction est extraite du Journal publié par l'Académie des Arcades.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches sur les produits de la distillation sèche du butyrate de chaux ; par* M. G. Chancel. Second Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans mon travail sur la butyrone (1), j'ai signalé la différence de résultats que l'on obtient, suivant que l'on soumet à la distillation sèche quelques grammes seulement de butyrate de chaux anhydre, ou bien une quantité de matière assez considérable. Dans le premier cas, en opérant avec soin, et ménageant convenablement la chaleur, le butyrate se décompose en carbonate de chaux et butyrone, à peu près pure, qui passe à la distillation. Mais, lorsqu'on opère sur des quantités considérables de matière, la réaction n'est plus aussi simple ; le résidu de carbonate de chaux est toujours souillé par un dépôt de charbon assez notable, les produits liquides que l'on obtient sont fortement colorés et possèdent une odeur complexe, désagréable, à laquelle il est impossible de reconnaître celle qui est propre à la butyrone pure.

» Ce liquide, formé au moins de trois substances différentes, entre en ébullition à 95 degrés environ, mais la température s'élève pendant tout le cours de la distillation, monte jusqu'à 200 degrés et au delà; une ou deux rectifications suffisent, du reste, pour donner un produit qui n'est plus que très-faiblement coloré.

» Pour isoler la butyrone et les produits qui l'accompagnent, je ne connais, jusqu'à présent, d'autres moyens que la distillation, en mettant à profit la différence de volatilité de ces diverses substances. Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails sur cette opération, je dirai seulement qu'elle est longue et pénible, et que huit à dix rectifications des produits, convenablement fractionnés, suffisent à peine pour donner des substances tout à fait pures, et présentant un point d'ébullition invariable. On finit toutefois par obtenir trois produits bien distincts, savoir :

» 1°. Un liquide limpide et incolore, distillant complétement vers 95 degrés ;

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XVIII, page 1023. — *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XII, page 146.

» 2°. Un liquide limpide et incolore, entrant en ébullition à 144 degrés environ, et distillant complétement à cette température; ce second produit n'est autre chose que de la byturone;

» 3°. Enfin, un liquide moins limpide que les précédents, toujours faiblement coloré en jaune, et que je ne suis pas parvenu à purifier suffisamment pour en faire une étude spéciale. Cependant j'ai tout lieu de croire que c'est une substance hydrocarbonée, car un morceau de potassium y conserve tout son brillant métallique. Le point d'ébullition de cette dernière substance doit être entre 225 et 230 degrés.

» Il existe en chimie organique une classe de combinaisons dont l'aldéhyde forme le type; ces composés présentent les propriétés les plus variées, et ils s'écartent les uns des autres tant par la plupart de leurs réactions que par la nature des produits qu'ils peuvent engendrer sous l'influence des divers agents; mais ils possèdent tous un caractère fondamental qui les range dans un même groupe.

» Il en est pour ces combinaisons comme pour celles de la classe des *amides;* celles-ci, en effet, diffèrent tant par leur origine que par plusieurs de leurs propriétés; la plupart sont neutres; l'une d'entre elles, la *salycilamide,* possède, au contraire, une réaction acide, tandis que l'*urée* se comporte comme une base à l'égard des acides. Mais toutes les amides ont une composition analogue, elles représentent un sel d'ammoniaque, moins 2 atomes d'eau, et toutes elles possèdent ce caractère commun de pouvoir s'approprier dans diverses circonstances cette eau qui leur manque, pour se transformer en sel ammoniacal.

» Une relation analogue lie entre elles les diverses substances du type aldéhyde; la composition de ces corps se représente, en effet, par celle de l'acide libre, duquel ils dérivent, moins 2 atomes d'oxygène; et, placées dans des circonstances particulières d'oxydation, elles absorbent de l'oxygène pour régénérer leur acide.

» Le corps que je vais faire connaître doit prendre place dans ce groupe; il présente en effet, avec l'acide butyrique, la même relation que l'aldéhyde avec l'acide acétique, et lorsqu'il se trouve placé sous l'influence de certains agents oxydants, il absorbe 2 atomes d'oxygène sans perdre de l'hydrogène, et se transforme en acide butyrique monohydraté.

» Je passe à l'histoire de cette substance, à laquelle je donne le nom de *butyral,* par abréviation de *butyraldéhyde.*

» *Propriétés.* — Le butyral est un liquide parfaitement incolore, limpide, doué d'une grande mobilité; sa saveur est brûlante, son odeur vive et péné-

trante ; il est en pleine ébullition à 95 degrés, et, lorsqu'il est pur, distille complétement à cette température. Sa densité (à + 22 degrés centigrades) est de 0,821 ; il dissout une petite quantité d'eau ; il est à son tour légèrement soluble dans ce liquide, auquel il communique son odeur : l'alcool, l'éther, l'esprit-de-bois et l'huile de pommes de terre le dissolvent en toute proportion. Ce liquide est très-inflammable et brûle avec une flamme éclairante, légèrement bordée de bleu. Mis en contact avec des cristaux d'acide chromique, il s'enflamme aussitôt avec une sorte d'explosion.

» Soumis au froid produit par un mélange d'éther et d'acide carbonique solide, le butyral conserve toute sa fluidité; la butyrone, au contraire, placée dans des circonstances identiques, se congèle presque immédiatement en totalité, et cristallise en larges lames incolores et transparentes.

» Exposé au contact de l'oxygène pur dans un flacon hermétiquement bouché, il ne se colore pas, mais il acquiert, après un certain laps de temps, une réaction fortement acide : mis alors en contact avec un peu d'eau, il se dissout en grande partie en communiquant son acidité à ce liquide, tandis que le butyral non altéré se rassemble à la partie supérieure.

» La présence du noir de platine accélère beaucoup cette absorption d'oxygène. L'odeur propre au butyral disparaît presque complétement, et elle est remplacée par celle de l'acide butyrique ; le liquide étendu d'eau décompose alors le carbonate de chaux avec effervescence, et la liqueur filtrée renferme du butyrate de chaux.

» Le butyral, chauffé avec de l'eau et de l'oxyde d'argent, réduit ce dernier avec une grande facilité et sans dégagement de gaz ; la liqueur retient en dissolution un sel d'argent qui n'est pas du butyrate, mais probablement une combinaison d'un nouvel acide (*acide butyreux ?*) moins oxygéné, sans doute, que l'acide butyrique, et qui correspondrait, par sa composition, à l'acide acéteux ou aldéhydique. Une série d'expériences, dont je m'occupe dans ce moment, déciderout, je l'espère, cette importante question.

» En traitant, du reste, les liqueurs qui contiennent de l'aldéhyde butyrique par la méthode décrite par M. Liebig pour l'aldéhyde acétique, on obtient toujours un dépôt d'argent métallique; il suffit, en effet, de faire une dissolution aqueuse de butyral, d'y ajouter quelques gouttes d'ammoniaque caustique, et ensuite une quantité de nitrate d'argent suffisante pour faire disparaître la réaction alcaline. En chauffant légèrement cette liqueur, les parois du vase se tapissent d'une couche miroitante de métal, présentant une grande régularité; en employant un mélange en proportions convenables, la réaction a lieu avec une netteté parfaite.

» M. Liebig considère la réduction des sels d'argent par l'aldéhyde acétique comme une des propriétés distinctives de cette substance ; elle doit sans doute être admise comme caractère générique de tous les corps de cette classe.

» La couche d'argent métallique qui se forme sous l'influence de ces composés présente, dans ce cas, une uniformité et une continuité si parfaites, qu'il est permis d'espérer que cette propriété pourra recevoir un jour une application dans les arts.

» Conservé dans des flacons, à l'abri du contact de l'air, le butyral ne paraît subir aucune altération, du moins après un laps de temps de plus de six mois; je lui ai reconnu exactement tous les caractères dont il jouissait au moment de sa préparation.

» Le chlore et le brome l'attaquent vivement en donnant naissance à un dégagement abondant des acides chlorhydrique ou bromhydrique, et à des composés particuliers renfermant du chlore et du brome.

» L'acide nitrique, à tous les degrés de concentration, l'attaque avec dégagement de vapeurs rutilantes.

» Le butyral ne forme pas de combinaison définie avec l'ammoniaque sèche; l'ammoniaque caustique ne paraît pas l'altérer : je n'ai, du reste, pas encore étudié l'action des alcalis sur cette substance.

» *Composition.* — Après avoir exposé l'ensemble des propriétés qui caractérisent le butyral, j'arrive aux résultats qui m'ont servi à établir sa composition. J'ai fait un assez grand nombre d'analyses de cette substance, sur des produits recueillis à différentes périodes de la distillation; elles m'ont toutes donné des nombres très-rapprochés, et qui conduisent à la formule brute

$$C^8 H^8 O^2.$$

» La densité de vapeur devenait un contrôle important pour la formule précédente, tout en fixant la véritable nature du butyraldéhyde; plusieurs de ces déterminations m'ont toujours donné des résultats assez satisfaisants, quoique généralement un peu trop forts.

L'une d'entre elles a donné, pour le poids du litre de vapeur à 0° et $0^m,76$ de pression	$3^{gr},398$
Densité.	2 ,61

Le calcul donne

8 volumes de vapeur de carbone..........	6,742
16 volumes d'hydrogène................	1,101
2 volumes d'oxygène................	2,205
	10,048

$$\text{Densité} = \frac{10,05}{4} = 2,512.$$

» Il est facile de se rendre compte de la légère différence qui existe entre le résultat du calcul et celui de l'expérience. Le procédé de M. Dumas, qui donne des déterminations si précises lorsqu'on opère sur des substances d'une pureté absolue, devait nécessairement conduire, dans ce cas, à une densité un peu trop forte; le butyral qui m'a servi à ces déterminations contenait, en effet, des traces de butyrone, à la vérité très-faibles, car elles n'altéraient pas sensiblement les résultats de l'analyse; mais cette butyrone, beaucoup moins volatile que le butyral, se concentrait en grande partie dans le ballon avant sa fermeture, et comme sa densité à l'état de vapeur est 4, on devait arriver, pour le butyral, à un nombre un peu trop fort.

» Cet inconvénient est d'autant plus grave que l'on opère sur une plus grande quantité de liquide; dans l'expérience citée ci-dessus, on n'a employé que la proportion de liquide strictement nécessaire pour expulser tout l'air de l'appareil.

» Le procédé de M. Gay-Lussac n'est pas sujet à l'inconvénient dont il vient d'être question; nul doute que son emploi dans le cas dont il s'agit, ne conduisît à un résultat tout à fait en harmonie avec la théorie.

» Toutefois, l'expérience précédente, en mettant hors de doute la composition du butyral, démontre en outre que la formule $C^8H^8O^2$ exprime 4 volumes de vapeur, et qu'en cela cette substance présente le même groupement moléculaire que l'acide butyrique, auquel il se lie par une relation si simple.

» J'ai entrepris quelques expériences dans le but de transformer, sous l'influence de quelques agents oxydants, le butyral en acide butyrique. Cette partie de mes recherches s'est trouvée entravée par manque de matière, mais j'espère sous peu m'y livrer de nouveau; je ne rapporterai ici que les résultats obtenus avec l'acide sulfurique : son action sur le butyral est assez remarquable, car la réaction qui se manifeste entre ces deux substances ne pouvait être prévue.

» Lorsqu'on ajoute à de l'acide sulfurique fumant, la moitié de son poids de butyral, par petites portions, et en agitant avec soin le mélange, celui-ci se dissout avec élévation de température, et en colorant le liquide en rouge

très-foncé. On favorise l'action en chauffant jusqu'à 100 degrés, ce qui occasionne un faible dégagement d'acide sulfureux ; le mélange brunit, mais ne noircit pas. En traitant la liqueur étendue d'eau par un excès de carbonate de baryte, filtrant pour se débarrasser du sulfate de baryte, et évaporant jusqu'à cristallisation, on obtient en définitive une petite quantité d'un sel blanc ou à peine coloré en jaune, qui exhale à un haut degré l'odeur propre à l'acide butyrique. Ce sel ne renferme pas de trace de soufre; projeté sur l'eau, il se dissout en donnant lieu aux mouvements giratoires qui caractérisent les butyrates solubles; il possède, en un mot, tous les caractères du butyrate de baryte. J'ai répété plusieurs fois cette expérience, elle m'a toujours conduit au même résultat.

» Afin de lever tous les doutes, j'ai fait quatre analyses sur des échantillons provenant de trois préparations différentes, elles ont fourni des nombres qui oscillaient entre 48 et 49 pour 100 de baryte; 100 parties de butyrate anhydre renferment, d'après la théorie, 49,22 pour 100 de baryte.

» Le butyrate de baryte que j'ai obtenu dans ces circonstances avait cristallisé dans une liqueur chaude ; il renferme 2 équivalents d'eau de cristallisation. Deux expériences (faites sur des produits provenant de préparations différentes) ont donné 10,5 et 10,07 pour 100 d'eau de cristallisation; la formule

$$BaO, C^8H^7O^3 + 2HO$$

exige 10,37 pour 100 d'eau. Le sel qui cristallise à froid par l'évaporation spontanée renferme, d'après MM. Pelouze et Gélis, 18,83 pour 100 d'eau de cristallisation, ce qui correspond à 4 atomes.

» Le sel à 2 atomes d'eau de cristallisation ne fond pas à 100 degrés dans cette eau comme le fait celui à 4 équivalents, auquel cette propriété paraît appartenir exclusivement.

» Cette circonstance lève une objection présentée par M. Lerch dans un travail sur les acides volatils du beurre. Ce chimiste a avancé que le butyrate de baryte n'est pas fusible à 100 degrés ainsi que l'avaient dit M. Chevreul d'une part, et MM. Pelouze et Gélis de l'autre.

» Dans aucun cas, il ne s'est formé de traces d'un acide copulé renfermant les éléments du butyral uni à un composé oxygéné du soufre; je crois pouvoir affirmer que les acides butyrique et sulfureux sont les seuls produits qui prennent naissance dans ces circonstances.

» La réaction entre l'acide sulfurique et le butyral peut donc s'exprimer par l'équation

$$\underbrace{C^8H^8O^2}_{\text{Butyraldéhyde.}} + 2SO^3 = \underbrace{C^8H^8O^4}_{\text{Acide butyrique monohydraté.}} + 2SO^2.$$

Ainsi l'acide sulfurique agit simplement, dans ce cas, comme corps oxydant à l'égard d'une substance organique.

» Les faits dont je viens de présenter l'exposé mettent hors de doute la composition élémentaire du butyral, et j'espère qu'ils démontrent également que cette substance est le véritable aldéhyde de l'acide butyrique.

» Le nombre des substances de la classe des Aldéhydes augmente tous les jours; dans l'état actuel de la science, les principales substances qui appartiennent à ce groupe sont :

	Formules brutes.			
L'aldéhyde.........	$C^4H^4O^2$	$+ O^2 =$	$C^4H^4O^4$,	acide acétique.
L'acroléine.........	$C^6H^6O^2$	$+ O^2 =$	$C^6H^6O^4$,	acide acrolique.
Le butyral..........	$C^8H^8O^2$	$+ O^2 =$	$C^8H^8O^4$,	acide butyrique.
Le valérianaldéhyde..	$C^{10}H^{10}O^2$	$+ O^2 =$	$C^{10}H^{10}O^4$,	acide valérianique.
L'essence d'amandes..	$C^{14}H^6O^2$	$+ O^2 =$	$C^{14}H^6O^4$,	acide benzoïque.
L'essence de cannelle.	$C^{18}H^8O^2$	$+ O^2 =$	$C^{18}H^8O^4$,	acide cinnamique.
Le cuminol.........	$C^{20}H^{12}O^2$	$+ O^2 =$	$C^{20}H^{12}O^4$,	acide cuminique.
La cire............	$C^{38}H^{38}O^2$	$+ O^2 =$	$C^{38}H^{38}O^4$,	acide stéarique.

» Deux questions importantes me resteraient à résoudre, savoir :

» 1°. Quelle est la véritable constitution du butyral; en d'autres termes, quelle est la formule rationnelle qui convient à ce composé? Doit-on le considérer, par exemple, comme l'hydrate d'un oxyde organique et lui donner la formule

$$C^8H^7O, HO = C^8H^8O^2,$$

ou faut-il l'envisager comme une substance analogue à l'essence d'amandes amères?

» L'examen des diverses réactions du butyral en présence du chlore, du brome et d'autres agents, ainsi que l'étude approfondie des composés qui peuvent en dériver, pourront seuls me conduire à la solution de cette question; j'ai, dans ce but, tenté quelques expériences, mais les résultats auxquels je suis parvenu laissent encore trop à désirer pour que je puisse les rapporter ici.

» 2°. De quelle manière doit-on interpréter la formation du butyral?

quelle est la réaction qui lui donne naissance dans la distillation sèche des butyrates ?

» Sur cette question, comme sur la précédente, je ne possède jusqu'à présent que des notions fort incomplètes. Je ferai observer seulement que cette simple élimination d'oxygène de l'acide butyrique n'est pas le seul exemple de ce genre; M. Boussingault, à qui nous devons la découverte de la subérone qui se forme dans des circonstances semblables au butyral, a démontré que cette substance a pour formule C^8H^7O et ne diffère par conséquent de l'acide subérique cristallisé ($C^8H^7O^4$) que par 3 atomes d'oxygène.

» Le même chimiste a reconnu que la subérone exposée au contact de l'air absorbe de l'oxygène et se transforme en acide subérique; l'acide nitrique et d'autres corps oxydants opèrent la même transformation. Ces propriétés tendraient à faire rentrer cette substance dans la classe des aldéhydes dont elle s'écarte néanmoins par sa composition. M. le docteur Sacc a, du reste, obtenu le véritable aldéhyde subérique par la distillation de l'huile de lin; l'auteur exprime la composition de cette subtance par la formule brute

$$C^8H^7O^2;$$

ce composé est d'une grande stabilité, il résiste longtemps à l'action oxydante de l'acide nitrique, qui finit toutefois par le convertir complétement en acide subérique.

» L'acide acétique que l'on observe quelquefois, comme produit secondaire, dans certaines préparations d'acétone, se forme peut-être par l'oxydation de l'aldéhyde qni aurait pris naissance antérieurement; je soumettrai cette hypothèse à quelques expériences.

Guidé par les savants conseils de M. Pelouze, je me propose de continuer mes recherches sur le butyraldéhyde; les résultats auxquels je parviendrai feront l'objet d'une prochaine communication dans laquelle j'espère combler les lacunes que présente cette partie de mon travail. »

PHYSIOLOGIE. — *Notice sur la structure et sur quelques maladies des poumons; par* M. J.-A. Rochoux. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Magendie, Breschet, Milne Edwards.)

« Comme son titre l'indique, ce travail se compose de deux parties, l'une presque uniquement anatomique, l'autre se rattachant à la pathologie du poumon.

» § Ier. *Structure des poumons.* — Ainsi que Malpighi l'a démontré le premier, le poumon est un organe essentiellement membraneux, dont le tissu véritablement exsangue, quoique livrant passage à tout le sang en circulation, se trouve disposé de manière à former un très-grand nombre de petites cellules ou vésicules, communiquant entre elles par des ouvertures proportionnellement très-larges, et au milieu desquelles se terminent les divisions beaucoup moins nombreuses des bronches. Telle est, dans sa partie consistante ou solide, la structure très-simple des poumons. Des nerfs, de nombreux vaisseaux sanguins et lymphatiques se ramifient sur les parois, et surtout dans les angles que forment entre eux les petits plans, ou plutôt les petites surfaces courbes dont se composent les cellules, qu'il est très-important de bien connaître, puisqu'il règne à leur égard un très-grand dissentiment entre les anatomistes.

» Mesurés et pesés avec une exactitude qui ne laisse place qu'à de très-légères rectifications, les poumons m'ont donné en volume 4 553 000 millimètres cubes, et en poids, 1 kilogramme, représentant en volume 952 300 millimètres cubes. Cette quantité, plus 199 800 millimètres cubes, pour le volume des bronches, ôtés de la première, reste 3 400 900 millimètres cubes, qui, pour les deux poumons, donnent 583 000 000 de cellules, en portant le diamètre de chacune d'elles à $0^{mm},18$. A présent, comme les bronches ne sont pas soumises à plus de quinze divisions dichotomiques, après la dernière desquelles elles ont environ $0^{mm},26$ de diamètre, leur nombre s'élève seulement à 32 768, nombre qui, dans l'hypothèse de Resseisen, serait celui des cellules. Mais comme il y en a, au lieu de cela, près de 600 000 000, il en résulte que 17 790 de ces cellules se trouvent groupées autour de chaque bronche terminale, occupant dans cette répartition un cube de 5,102 millimètres de côté. Dans le dernier millimètre environ de son trajet, chacune des divisions bronchiques reçoit tout autour les ouvertures de plusieurs cellules; puis se termine en s'abouchant directement dans trois ou quatre à la fois.

» On voit, par ce simple exposé, avec quelle admirable égalité de répartition l'air arrive dans tous les points du poumon. Pour achever de s'en faire une idée exacte, il faut se rappeler que les cellules communiquent toutes entre elles par de larges ouvertures. Hales leur suppose en étendue le tiers de la surface des cloisons dont sont formées les cellules; elles m'ont paru en avoir près de la moitié. D'après cela, la surface des 583 000 000 de cellules, déduction faite de la moitié, à cause de leurs ouvertures, étant de 56 660 000 millimètres carrés, cette quantité, augmentée de 1 298 000 millimètres carrés, étendue de la surface des bronches, donne 57 949 000 millimètres carrés pour

la surface des voies aériennes en contact avec l'air, ou plus de trente-trois fois l'étendue de la peau.

» Tel se présente le poumon examiné sec, et, après avoir été insuflé, comme le faisait Malpighi. Sans autre préparation, sans injection aucune, et seulement en examinant au microscope ceux de ses vaisseaux capillaires qui ont conservé du sang à leur intérieur, comme on en trouve toujours, soit dans un point, soit dans un autre, on s'assure que ces vaisseaux forment autour de chaque paroi de cellules des espèces d'anneaux d'où résulte un vaste réseau à plusieurs centaines de millions de mailles, où se rendent les dernières ramifications artérielles, et d'où partent les premiers ramuscules veineux.

» A l'état frais, et sous un grossissement de 400 ou 500 diamètres, le tissu des cellules semble entièrement formé, comme celui des membranes séreuses, par ces filaments déliés dont le tissu, dit cellulaire, est essentiellement composé. Mais ils semblent plus rapprochés, plus serrés que dans les membranes séreuses ordinaires. Aux orifices de communication des cellules entre elles, ce tissu forme une sorte de bourrelet, à filaments à peu près parallèles dans leur contour, tandis que sur le reste de la surface des cloisons, il offre cet entrecroisement tortueux, *vermicellé*, qui le caractérise, comme l'a très-bien vu Fontana. Mesurés au micromètre, ces bourrelets, peut-être un peu plus épais que le reste de la paroi des cellules, donnent $0^{mm},0168$; les calculs établis d'après le poids et le volume du poumon sont en parfait accord avec ce résultat.

» § II. *Maladies des poumons.* — Cette seconde partie est une application de l'observation microscopique à l'anatomie pathologique, qui, par rapport à l'emphysème, aux tubercules pulmonaires et à l'empyème, conduit aux conséquences suivantes :

» L'emphysème par dilatation des cellules pulmonaires, tel que l'admet Laennec, n'existe pas, n'est même pas possible ; et l'hypertrophie ou l'atrophie des cellules pulmonaires, quoique admise par beaucoup de médecins, est encore à démontrer.

» 2°. Les tubercules pulmonaires qui, comme toutes les productions accidentelles susceptibles de dégénérer, doivent être étudiés tout à fait au premier instant de leur formation, consistent en un tissu d'abord filamenteux, singulièrement entrelacé, et alors d'une couleur orangé pâle; il affecte la forme de petits corps globuleux, de $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$ de diamètre, parfaitement homogènes, ne contenant aucun liquide infiltré, lesquels passent bientôt par tous les degrés de dégénération décrits par les auteurs modernes, à partir de l'état dit *miliaire*.

» 3°. L'existence d'une membrane fibreuse pulmonaire, ou, au moins, la structure toute particulière du tissu membraneux dont le poumon est essentiellement formé, est la cause principale du retrait, presque toujours irremédiable, qu'éprouve cet organe dans les épanchements inflammatoires qui ont principalement pour source la plèvre viscérale; d'où l'on doit tirer le précepte d'opérer promptement, dans ces cas, et avant que le tissu pulmonaire ait subi ce recoquillement qui rend de nouveau sa dilatation impossible, après qu'il a été débarrassé du liquide qui le comprimait. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur l'argenture galvanoplastique de l'acier; par* M. DESBORDEAUX. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Dumas, Becquerel, Regnault)

« Jusqu'à présent, dit l'auteur, on n'est parvenu à obtenir un dépôt bien adhérent de l'argent sur l'acier qu'après avoir revêtu ce dernier métal d'une couche de cuivre, et le cuivrage doit être opéré au moyen du cyanure double de cuivre et de potassium; celui qu'on obtient par l'immersion de l'acier dans le sulfate de cuivre, même en employant, ainsi qu'on l'a conseillé, le contact du zinc par l'intermédiaire d'un conducteur métallique, ne peut suffire, attendu qu'il s'opère toujours en pareil cas, à la surface de l'acier, une légère oxydation qui s'oppose à une adhérence parfaite de la couche cuivreuse.

» Il convient de remarquer en passant que quoique, dans les traités de galvanoplastie, le fer et l'acier paraissent avoir été assimilés l'un à l'autre, en ce qui concerne l'argenture, ils offrent cependant entre eux, sous ce rapport, une différence bien tranchée; car le fer peut s'argenter sans cuivrage préalable, et cette différence paraît tenir uniquement à la présence du carbone dans l'acier, puisque, lors même qu'il a été détrempé, il est également impossible d'y faire adhérer l'argent.

» Le cuivrage préalable du métal étant opéré, il se présente une autre difficulté qui consiste en ce que la couche de cuivre se dissout fréquemment, en totalité ou en partie, dans le bain de cyanure d'argent où la pièce est ensuite plongée : il en résulte que dans tous les points où le cuivre a disparu, l'argent ne se dépose pas ou du moins se détache au moindre frottement. Cette cause d'insuccès intervient d'autant plus sûrement, que la couche de cuivre est plus mince, de sorte que pour l'éviter il est indispensable de prolonger l'opération

du cuivrage; encore faut-il avoir grand soin, dans cette première opération, de ne pas employer pour anode du cuivre rouge du commerce, ce métal renfermant du zinc qui, en quelque petite proportion qu'il se trouve, nuit immanquablement à la solidité du cuivrage.

» Frappé de ces difficultés et de celles que présentent tous les procédés indiqués jusqu'à ce jour pour le cuivrage de l'acier, j'ai cherché une méthode nouvelle, et je crois que celle que je vais faire connaître laisse peu de chose à désirer.

» Cette méthode consiste à plonger pendant quelques instants l'acier dans une solution extrêmement faible de nitrate double d'argent et de mercure, à laquelle on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique. Pour composer cette solution, il suffit de faire dissoudre séparément 1 gramme de nitrate d'argent dans 60 grammes d'eau, et 1 gramme de nitrate de mercure dans une égale quantité du même liquide. On mélange ensuite les deux solutions, auxquelles on ajoute 4 grammes d'acide nitrique à 40 degrés de l'aréomètre de Baumé. Peut-être ces proportions ne sont-elles pas tout à fait rigoureuses, mais l'addition de l'acide nitrique est absolument essentielle. Il faut éviter d'employer de l'eau renfermant de l'hydrochlorate de chaux ou des matières organiques, car elle produirait inévitablement l'effet bien connu de décomposer en partie le nitrate d'argent; il faut, autant que possible, se servir d'eau distillée. On ne doit pas s'attendre à voir le nitrate de mercure se dissoudre en totalité dans l'eau, car on sait qu'il s'y transforme en sous-nitrate et en nitrate acide qui reste dans la liqueur, tandis que le sous-nitrate se précipite en poudre d'un jaune verdâtre; ce dépôt doit être conservé dans la solution destinée à l'argenture. Il n'est pas nécessaire que le nitrate d'argent soit pur; celui qu'on obtient en faisant agir l'acide nitrique sur l'argent allié à un dixième de cuivre produit absolument le même effet.

» Lorsque l'acier a été plongé dans la solution de nitrate double de mercure et d'argent, il se recouvre presque instantanément d'un léger dépôt noirâtre qui s'enlève avec facilité en passant un linge à sa surface. L'acier se trouve alors parfaitement décapé et revêtu en même temps d'une pellicule d'argent extrêmement mince, mais d'une adhérence intime. Le dépôt noirâtre qui se forme m'a paru composé presque exclusivement de carbone, corps dont la présence, comme je l'ai fait remarquer précédemment, s'oppose seule au dépôt de l'argent sur l'acier. Après cette préparation si simple et si rapide, la pièce d'acier se trouve parfaitement disposée à recevoir la couche d'argent qui se forme avec la plus grande facilité, et d'une manière tellement adhérente, que non-seulement elle peut supporter le bruni le plus

prolongé, mais qu'elle peut même résister à la chaleur rouge sans rien perdre de sa solidité.

» Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que la couche d'argent dont on obtient le dépôt par la pile doit, dans la nouvelle méthode comme dans celle du cuivrage préalable, atteindre une certaine épaisseur pour préserver complétement l'acier de l'oxydation. Un moyen très-simple de reconnaître que la couche d'argent a contracté une épaisseur suffisante consiste à plonger pendant un certain temps une très-petite partie de la pièce argentée dans une solution acide de sulfate de cuivre. Tant que l'argent y contracte une couleur jaune, c'est un indice certain que la couche d'argent est insuffisante; elle est encore perméable, puisqu'elle permet à l'acier d'exercer son action sur le sulfate de cuivre. Au reste, on ne doit avoir recours à cette expérience que lorsqu'on est à peu près certain d'être arrivé à l'épaisseur convenable, car l'argent ne peut se cuivrer ainsi, fût-ce même légèrement, qu'aux dépens de son adhérence; et, dans tous les cas, il vaut mieux aller un peu au delà de ce qui est strictement nécessaire. Plus la couche d'argent sera épaisse, plus on aura de garantie contre l'oxydation. »

MÉDECINE. — *Mémoire sur la nature et le traitement de la fièvre typhoïde ; par* M. L. TURCK.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Andral.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, je crois, dit l'auteur, avoir démontré : 1° que les lésions de l'iléum, habituelles dans la fièvre typhoïde, sont un accident très-secondaire principalement dû à une action chimique; 2° que l'augmentation de volume de la rate, aussi fréquente au moins que les lésions intestinales, est d'une bien plus grande valeur pathognomonique, puisqu'à elle seule elle tendrait déjà à nous faire penser que les fièvres typhoïdes ont une grande analogie avec les fièvres intermittentes qui produisent habituellement aussi la même altération ; 3° que la plus grande partie des faits donnés par les nosographes modernes comme des exemples de fièvre continue typhoïde sont des doubles tierces pernicieuses, des fièvres larvées, des fièvres sub-continues, telles que les décrivait Torti au commencement du siècle dernier; 4° que ces maladies ne sont devenues si graves et si meurtrières que parce qu'on a oublié leur caractère rémittent et la médication spéciale qu'elles nécessitent. N'est-ce pas d'elles que Torti disait : « Quatenus omnes jugulatæ sunt uno cortice peru-

» viano, modo celerius, modo lentius, modo parcius, modo liberalius, prout » opus visum est administrato? » Enfin, j'ai terminé mon travail en citant quelques faits puisés dans ma pratique, et qui me semblent confirmer la doctrine que je soutiens. »

M. **Siret**, pharmacien à Meaux, adresse un Mémoire ayant pour titre: *Procédé d'amélioration de la poudre de guerre et de chasse.*

La modification proposée par l'auteur consiste à ajouter à la poudre fabriquée par les moyens ordinaires une certaine quantité de sandaraque pulvérisée. La proportion qui lui a le mieux réussi est celle de 32 grammes de résine pour 15 demi-kilogrammes de poudre. Quand le mélange est fait convenablement, la poudre, suivant M. Siret, s'enflamme plus rapidement, et sa déflagration est plus complète, de sorte qu'elle donne moins de fumée et encrasse moins l'arme; elle a d'ailleurs, sur la poudre ordinaire, l'avantage de pouvoir supporter, sans altération sensible, un long séjour dans une atmosphère humide.

Le Mémoire de M. Siret est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Piobert, Morin et Séguier.

M. **Guérin-Méneville** adresse une Note en réponse à la réclamation de M. *Blaud*, concernant ses recherches sur un insecte qui attaque les olives. Dans cette réponse, l'auteur s'attache à faire voir qu'il n'a point cherché à s'approprier les travaux de M. Blaud, et que cet agronome lui-même en eût été convaincu s'il avait connu, autrement que par un extrait incomplet, la Note lue dans la séance du 5 novembre 1844.

M. **Ackermann**, qui avait annoncé précédemment l'intention de se rendre à *Madagascar*, adresse maintenant un Mémoire sur les diverses recherches auxquelles il se propose de se livrer pendant son séjour dans ce pays. Ces recherches sont principalement relatives à l'histoire naturelle. Le Mémoire renferme, de plus, un projet d'assainissement de l'île Sainte-Marie de Madagascar.

M. **Piorry** demande que le cinquième volume du *Traité de Médecine pratique*, dont il a fait hommage à l'Académie dans une des précédentes séances, soit admis à concourir pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon, et il adresse, conformément à une disposition prise par l'Académie pour les ouvrages adressés à ce concours, une indication des parties de son travail qu'il considère comme neuves.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

MM. **Barthe** et **H. Roger** adressent, pour le même concours, et également avec une indication des parties neuves de leur travail, la deuxième édition d'un *Traité pratique d'Auscultation.*

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** annonce que, conformément à la demande qui lui a été adressée par l'Académie, il a donné des ordres pour que chaque membre des Sections de Botanique et d'Économie rurale reçût un Catalogue des végétaux cultivés à la pépinière centrale du Gouvernement à Alger : un supplément manuscrit indiquant les nouvelles espèces introduites depuis l'impression du Catalogue sera joint à chaque exemplaire.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Riberi**, divers ouvrages et opuscules relatifs à la chirurgie et à la médecine opératoire (*voir* le *Bulletin bibliographique*). M. Flourens appelle principalement l'attention sur les recherches expérimentales de ce savant concernant la nature contagieuse de la pourriture d'hôpital, et sur divers procédés opératoires nouveaux, entre autres ceux que M. Riberi a imaginés pour le *phimosis*, pour la luxation de l'humérus avec fracture du col de l'os, pour la fistule salivaire avec complication d'abcès, etc.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des procédés mécaniques destinés à donner la mesure d'intervalles de temps très-courts.* (Extrait d'une Lettre de M. **Baudrimont.**)

« En lisant hier, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, les ingénieuses expériences de M. Pouillet, sur un moyen de mesurer des intervalles de temps extrêmement courts par l'action qu'un courant électrique exerce sur une aiguille aimantée, il m'est venu immédiatement à la pensée que l'on pourrait obtenir le même résultat à l'aide d'appareils entièrement mécaniques et sans l'intervention du calcul. C'est cette pensée qui, évidemment, n'a pu encore être mise à exécution, que je vais avoir l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Que l'on suppose un disque tournant sur son axe et faisant chaque révolution en un temps déterminé, une seconde par exemple, que l'on se figure

en dehors de ce disque une détente portant un pinceau chargé d'encre, qui puisse toucher sa surface à un instant donné, on aura une idée assez nette de l'instrument dont il s'agit.

» Il est évident que, si le disque est accompagné d'un compteur indiquant le nombre de ses révolutions, et que, si la détente est lâchée en temps convenable, l'impression laissée par le pinceau indiquera la fraction de seconde par l'arc qu'aura parcouru le limbe du disque depuis l'origine de la seconde. Or, comme il n'y a de limite ni au diamètre de ce disque, ni à sa vitesse de rotation, il est évident que l'on pourra diviser la seconde en autant de parties que l'on voudra.....

» Le moyen qui vient d'être indiqué pour mesurer de très-petites fractions du temps peut être modifié pour ainsi dire à l'infini; bien des organes de machines peuvent conduire au même résultat. La vis micrométrique, surtout, peut être utilisée en pareille circonstance. En effet, soit un cylindre tournant sur son axe, et jouissant en même temps d'un mouvement progressif; si, à un instant donné, une pointe convenable le touche et laisse un trait à sa surface, cet instrument décrira une courbe hélicoïdale. Chaque tour de l'hélice pourra donner une seconde, et les fractions de tour pourront donner les fractions de la seconde, etc. Il est évident que le cylindre ou le stylet destiné à laisser une trace à sa surface se trouve mis en mouvement autour d'une vis micrométrique.

» Comme M. Pouillet l'a pensé, le mouvement des horloges réglées par un balancier ne convient pas à ce genre d'instruments, et ce savant a proposé l'emploi d'une machine électro-magnétique pour obtenir un mouvement de rotation uniforme. Peut-être ce dernier moteur pourrait-il être remplacé par un ressort compensé, ou par un poids, en retardant le mouvement total de la machine par un frein ou par un ou plusieurs volants analogues à ceux employés dans les sonneries des horloges.

» Si cette nouvelle application peut un jour devenir utile, on ne devra point oublier que l'idée première qui l'a fait concevoir se trouve dans l'invention de M. Pouillet. »

M. **Desportes**, à l'occasion des communications faites dans la précédente séance, sur les résultats obtenus à l'Imprimerie royale relativement au *coloriage des cartes géologiques par le moyen de la lithographie*, adresse une Lettre dans laquelle il a pour objet de prouver que des résultats analogues ont été déjà obtenus en France. « Dès 1837, dit-il, Godefroy Engelmann prit un brevet pour un procédé tout à fait analogue à celui dont l'Académie a été

entretenue; et, depuis six ans, dix lithographes au moins font des impressions en couleur, employant à ce travail environ quatre-vingts presses. La perfection des machines dont on fait usage dans ces divers établissements, où le laminage des papiers, ainsi que leur emploi à l'état de siccité, sont depuis longtemps des moyens familiers, permet d'obtenir dans la juxtaposition des teintes une précision qui ne laisse rien à désirer. A la vérité, M. Derenémesnil peut revendiquer, comme lui appartenant, l'emploi des petites feuilles de cuivre pour empêcher l'agrandissement des trous de pointures; mais, comme les lithographes exercés réussissent fort bien sans recourir à cette précaution, elle n'a peut-être pas toute l'importance qu'on semble lui attribuer. »

« M. **Dufrénoy** remarque, à l'occasion de la réclamation de M. Desportes, que l'on a indiqué avec soin, dans la description du procédé employé à l'Imprimerie royale par M. Derenémesnil, les résultats obtenus avant cet artiste pour l'impression en couleur; mais jusqu'à présent le coloriage des cartes géologiques avait été peu satisfaisant. Dans toutes celles publiées, les couleurs se recouvrent en partie, et dans plusieurs d'entre elles on a omis à dessein les lignes en points qui séparent les formations, afin de déguiser ce défaut, ce qui leur ôte l'exactitude qu'elles doivent présenter. La comparaison des cartes géologiques publiées jusqu'à ce jour, avec celle qu'il a soumise à l'examen de l'Académie dans sa dernière séance, montre, avec évidence, toute la supériorité des procédés de l'Imprimerie royale. Il est persuadé que si M. Desportes eût fait lui-même cette comparaison, il eût reconnu sans hésiter tous les droits de M. Derenémesnil. »

Remarques de M. **Élie de Beaumont.**

« M. Élie de Beaumont fait observer que, de concert avec M. Dufrénoy, il s'était adressé pendant plusieurs années aux ateliers lithographiques les plus justement célèbres de Paris, pour tâcher de faire colorier par impression le *Tableau d'assemblage de la Carte géologique de la France.* Après avoir examiné attentivement les produits de ces ateliers, et y avoir fait faire des essais, les auteurs de la Carte géologique s'étaient vus réduits à en revenir au coloriage à la main, malgré sa lenteur et sa cherté. C'est alors seulement que l'Imprimerie royale a commencé, à son tour, des essais.

» Le tableau d'assemblage de la Carte géologique de la France était extrêmement difficile à colorier par impression, à cause des *limites tracées en points* qui ne devaient pas être dépassées. C'est là la difficulté que M. Derenémesnil a vaincue. Indépendamment de tout ce qu'il y a d'ingénieux dans

les procédés dont il s'est servi, il est certain que le résultat obtenu à l'Imprimerie royale est véritablement nouveau par la précision, jusqu'à présent sans exemple, qu'on a réussi à donner au coloriage par impression. »

M. **Raulin**, qui avait soumis au jugement de l'Académie une *carte géologique du bassin parisien, coloriée par les procédés lithographiques*, demande que sa carte soit renvoyée comme document à la Commission chargée de faire le Rapport sur la méthode d'impression à plusieurs teintes de M. Derenémesnil.

L'Académie décide que les Commissions chargées de l'examen de la carte de M. Raulin et de la méthode d'impression de M. Derenémesnil seront réunies et comprendront dans un Rapport commun (en ce qui concerne le procédé de coloriage) les deux communications.

M. **Passot** prie de nouveau l'Académie de hâter le travail des Commissaires chargés de faire un Rapport sur ses *expériences* relatives à la question de la force centrifuge, expériences dont il les a déjà rendus témoins.

Note omise dans le Compte rendu *de la précédente séance.*

M. **Gaudichaud**, en présentant dans la séance du 23 décembre une thèse de M. **Auguste Vinson** (de l'île Bourbon), s'était exprimé de la manière suivante :

« Depuis Garengeot, qui consacra la dernière partie d'un Mémoire remarquable sur *plusieurs hernies singulières* à celle qui se forme par le canal sous-pubien, aucun travail d'une certaine étendue n'avait été publié en France sur ce sujet. M. Vinson, ayant observé deux cas de cette espèce de hernie dans le service de M. Rayer, à l'hôpital de la Charité, a rassemblé presque tous les exemples de cette maladie qui ont été publiés jusqu'à ce jour. De l'analyse et du rapprochement de ces faits, M. Vinson a déduit plusieurs remarques qui paraissent de nature à jeter de nouvelles lumières sur l'étiologie, le diagnostic et le traitement de cette hernie. Le travail de M. Vinson contribuera certainement à appeler l'attention des médecins et des chirurgiens sur la hernie sous-pubienne qui, dans un trop grand nombre de cas, a été méconnue pendant la vie. »

Ce Mémoire est accompagné de 13 planches lithographiées.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1844; n° 26; in-4°.

Notices biographiques sur MM. DE MOREL-VINDÉ, D'ARCET *et* MATHIEU DE DOMBASLE; *par* M. J. GIRARDIN; broch. in-8°. Rouen, 1844.

Rapport sur l'Oléomètre à froid de M. LEFEBVRE; *par* M. J. GIRARDIN. Rouen, 1844; broch. in-8°.

Analyse d'un Liquide provenant de vésicules développées sur la peau à la région ombilicale; par le même; $\frac{1}{4}$ de feuille in-8°.

Traité pratique d'Auscultation; par MM. BARTHE *et* ROGER; 2e édition. Paris, 1844; in-12. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Vingt-cinquième Autographie. — Essais sur la Navigation dans l'air; 2e partie; par M. LEGRIS; $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Bulletin des séances de la Société royale et centrale d'Agriculture; tome V, n° 1; in-8°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; novembre 1844; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; décembre 1844; in-8°.

Philosophical... *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres pour* 1844; partie 2. Londres, 1844; in-4°.

Magnetical... *Observations magnétiques et météorologiques faites à l'observatoire royal de Greenwich dans l'année* 1842, *sous la direction de* M. BIDDEL-AIRY, astronome royal. Londres, 1844; in-4°.

The Athenæum; août, septembre, octobre et novembre 1844; in-4°.

The Quarterley Review; octobre 1844; in-8°.

Sulla Cancrena... *Sur la Gangrène contagieuse ou pourriture d'hôpital, avec des remarques sur un Érésipèle contagieux; par* M. RIBERI. Turin, 1820; in-8°.

Elementi... *Éléments de Médecine opératoire (amputation et résection des os, et opération du trépan); par* le même. Turin, 1833; in-8°.

Orchiectomia... *Orchiectomie, valeur comparative des différents procédés. — Observations de Lithotritie; par* le même. Turin, 1838; in-8°.

Caso de ... *Cas de Rhino-géno-chéloplastie; par* le même. Turin, 1839; in-8°.

Osservazioni... *Observations médico-chirurgicales; par* M. Riberi. Turin, 1839; in-8°.

Osservazioni... *Observations chirurgicales; par* le même. Turin, 1841; in-8°.

Modificazioni... *Modifications apportées à l'opération du Phimosis, et à quelques autres opérations relatives principalement aux maladies des Yeux; par* le même. Turin, 1842;

Dell efflusso. — *De l'écoulement des Liquides sortant de vases à révolution; par* M. Turazza. Venise, 1844; in-4°.

Del trasporto... *Du transport de la Matière pesante dans les deux courants opposés de l'appareil voltaïque, etc.; par* M. Zantedeschi; in-4°.

Memoria... *Mémoire sur la Thermo-électricité dynamique dans les circuits formés d'un seul métal; par* le même; in-4°.

Elementi... *Éléments du Calcul infinitésimal;* 1re partie : *Calcul différentiel; par* M. Tortolini. Rome, 1844; in-8°.

Rappresentazione... *Représentation géométrique des Fonctions elliptiques de troisième espèce à paramètre circulaire, donnée par* le même; in-8°.

Nota... *Note sur le passage des Intégrales des équations à différences finies aux Intégrales des équations différentielles; par* le même.

Equazione... *Équations différentielles* d'Hamilton, *et Équations du mouvement autour du Soleil, intégrées par une nouvelle méthode; par* M. Jacobi; in-8°. (Ces deux articles sont extraits du *Giornale arcadico.*)

Tre nuove... *Trois nouveaux Mémoires écrits pour la sixième réunion des Savants italiens, l'un sur la culture des Mûriers, l'autre sur la meilleure manière de fabriquer et de conserver les Vins, et le troisième sur la Contagion; par* M. Bassi; brochure de 3 feuilles et demie; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 52; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 150 et 151; in-fol.

L'Écho du Monde savant; n° 49.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1844.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XIX.

A

B

D

E

F

H

I

K

L

M

N

O

P

T

U

V

W

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

S

T

W

Z

Errata. (Tome XVIII.)

Page 395, ligne 25, *au lieu de* Louvic-Jonzon, *lisez* Louvic-Jouzon.
396, 5, *au lieu de* Algues, *lisez* Alger.
397, 10, *au lieu de* Soulu, *lisez* Soulce.
401, 17, *au lieu de* Hano, *lisez* Slano.

(Tome XIX.)

Voyez aux pages 137, 197, 242, 275, 492, 527, 618, 716, 1040, 1181, 1215, 1373 et 1406.